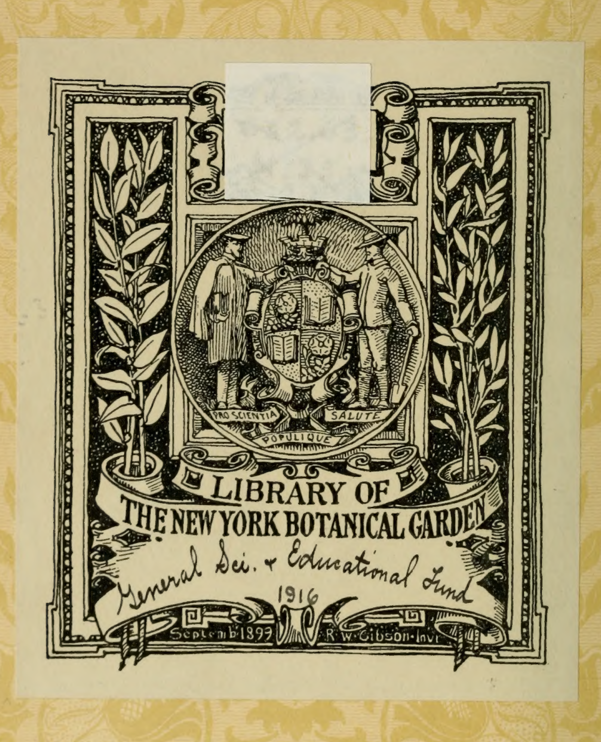
Hollrung

Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten

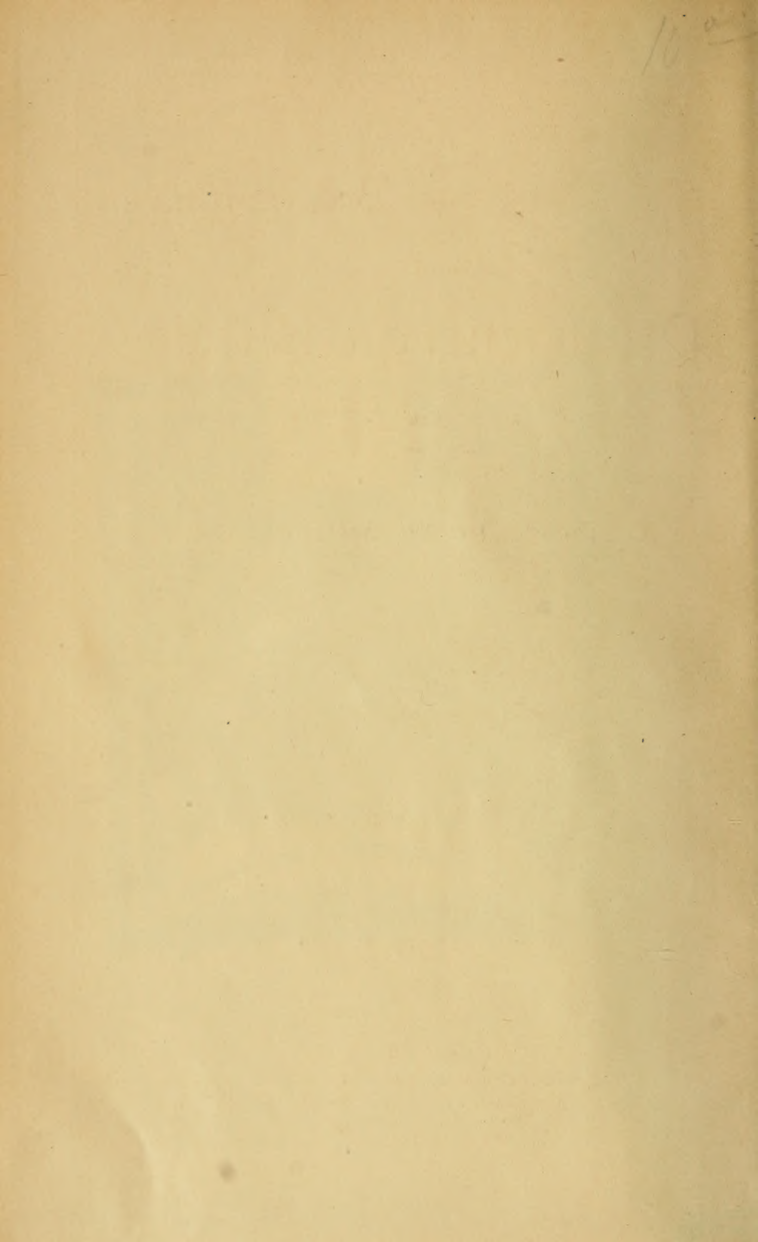
Zweite Auflage



Verlag von Paul Parey in Berlin


PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
General Sci. & Educational Fund
1916
Septemb 1899
R.W. Gibson Invt





Die Mittel zur Bekämpfung
der
Pflanzenkrankheiten.

Von

Professor **Dr. M. Hollrung,**
Lektor für Pflanzenkrankheiten einschließlich der landwirtschaftlichen Insektenkunde und
des speziellen Pflanzenschutzes an der Universität Halle a. S.



Zweite, erweiterte und verbesserte Auflage
des „Handbuches der chemischen Mittel gegen Pflanzenkrankheiten".

Mit 30 Textabbildungen.

Berlin
Verlagsbuchhandlung Paul Parey
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11
1914.

Vorwort zur zweiten Auflage.

In der vorliegenden zweiten Auflage des Handbuches der chemischen Bekämpfungsmittel gegen Pflanzenkrankheiten wird zum ersten Male der Versuch gemacht, über den der ersten Auflage gesteckten Rahmen hinaus einen zusammenfassenden kritischen Überblick auf die Gesamtheit der bislang zur Verhütung und Beseitigung von Pflanzenerkrankungen benutzten Mittel und Maßnahmen zu werfen. Obwohl die Lehre von der Pflanzentherapie im Verlaufe der letzten beiden Jahrzehnte greifbare Fortschritte gemacht hat, so haftet ihr doch, was bei einer so jungen Wissenschaft, wie es die Pflanzenpathologie ist, nicht Wunder nehmen darf, auch heute noch das Kennzeichen des Imaufbaubegriffenen an. Fast mehr noch wie dieses fällt aber in das Auge, daß dieser Aufbau vielfach Planmäßigkeit und Einheitlichkeit der Ausführung vermissen läßt. Es wird zu sehr Rücksicht auf die Bedürfnisse des Tages genommen. Das Fehlen bleibender, unabhängig von den Forderungen des Alltagslebens auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten forschender Stätten an den Universitäten und Landwirtschaftlichen Hochschulen macht sich auch hier mehr und mehr fühlbar.

Bei der Neubearbeitung des gesamten in Frage kommenden Wissensstoffes habe ich zu zeigen versucht, welcher Hilfsmittel sich die Pflanzentherapie bedient und welcher Art die Wege sind, auf denen neue, der Eigenart des Krankheitserregers angepaßte, brauchbare Heilmaßnahmen zu finden sein dürften.

Die erste Auflage hat sich auf die mit chemischen Stoffen zubereiteten Bekämpfungsmittel beschränkt. In dieser zweiten Auflage ist versucht worden, auch die physikalischen und mechanischen Bekämpfungsmaßnahmen zu sichten und unter einheitliche Gesichtspunkte zu bringen. Vielleicht trägt diese Anregung dazu bei, daß diese beiden bisher stiefmütterlich bedachten Gebiete etwas mehr in den Arbeitsbereich der dazu geeigneten Stellen gezogen werden. Dahingegen sind die Vernichtung der parasitären Krankheitserreger durch andere Lebewesen, die zum Zwecke der Krankheitsverhütung oder -beseitigung hervorgerufenen Konstitutionsänderungen am Pflanzenkörper sowie einige andere Bekämpfungsweisen unberücksichtigt geblieben, weil das bisher auf diesen Gebieten Erzielte, mit wenigen Ausnahmen, noch nicht die erforderlichen festen Umrisse angenommen hat. Es wird späteren Bearbeitungen vorbehalten bleiben müssen, die in dieser Beziehung angebrachten Ergänzungen vorzunehmen.

Der Abschluß des Manuskriptes fällt in die erste Hälfte des Jahres 1913.

Halle a. S. im Frühjahr 1914. **M. Hollrung.**

Inhaltsübersicht.

Verzeichnis der für die Literaturquellen benutzten Abkürzungen.

A. B. A. Arbeiten aus der Kaiserlich Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft. Berlin.

A. D. L. G. Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. Berlin.

A. G. N. The Agricultural Gazette of New South Wales. Sydney.

A. i. L'Agricoltura italiana.

A. J. C. The Agricultural Journal. Cape of Good Hope. Kapstadt.

A. J. I. The Agricultural Journal of India. Calcutta.

A. m. L'Agricoltura meridionale.

A. S. N. I. Archief voor de Suikerindustrie in Nederlandsch-Indie. Surabaya.

B. Berichte des Landwirtschaftlichen Institutes der Universität Halle.

B. B. G. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Berlin.

B. C. Biedermanns Centralblatt. Leipzig

B. O. Bollettino della Società toscana di Orticoltura.

Ber. G. und B. G. Berichte der Königl. Lehranstalt Geisenheim. Berlin.

Bl. Z. Blätter für Zuckerrübenbau. Berlin.

Bull... B. E. Bulletin Nr... des Bureau of Entomology. Washington.

Bull... D. E. Bulletin Nr... der Division of Entomology. Washington.

Bull... D. V. B. Bulletin Nr... der Division of Vegetable Pathology. Washington.

C. P. Abt. II. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Abteilung II.

C. r. h. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Academie des sciences. Paris.

Chr. a. Chronique agricole du Canton de Vaud. Lausanne.

Circ... B. E. Circular Nr... des Bureau of Entomology. Washington.

D. L. Pr. Deutsche Landwirtschaftliche Presse. Berlin.

F. B. Farmers' Bulletin. Washington.

Fl. B. A. Flugblätter der Kaiserlich Biologischen Anstalt. Berlin-Dahlem.

G. Chr. Gardeners' Chronicle. London.

I. a. L'Italia agricola.

I. L. Insect Life. Washington.

I. M. N. Indian Museum Notes. Calcutta.

Ill. L. Z. Illustrierte Landwirtschaftliche Zeitung. Berlin.

J. a. pr. Journal d'agriculture pratique. Paris.

J. A. S. Journal of the Royal Agricultural Society.

J. Agr. Sc. The Journal of Agricultural Science. Cambridge.

J. A. V. The Journal of the Department of Agriculture of the Colony of Victoria. Melbourne.

J. B. A. The Journal of the Board of Agriculture. London.

J. e. Ent. Journal of Economic Entomology.

J. M. Journal of Mycology.

J. s. Journal des fabricants de sucre. Paris.

Jb. a. Bot. Jahresbericht der Vereinigung der Vertreter der angewandten Botanik. Berlin.

Jb. O. u. W. Jahresbericht der Deutsch-Schweizerischen Versuchsstation für Obst- und Weinbau in Wädenswil.

Jb. Pfl. Jahresbericht der Versuchsstation für Pflanzenschutz zu Halle (Saale).

Jb. Z. Jahresbericht über das Gebiet der Zuckerfabrikation. Braunschweig.

L. J. Landwirtschaftliche Jahrbücher. Berlin.

L. V. Landwirtschaftliche Versuchsstationen. Berlin.

L. W. S. Landwirtschaftliche Wochenschrift der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen. Halle.

M. B. A. Mitteilungen der Kaiserlich Biologischen Anstalt. Berlin.

M. Br. Mitteilungen des Kaiser Wilhelms-Instituts für Landwirtschaft in Bromberg.

M. W. K. Mitteilungen über Weinbau und Kellerwirtschaft. Wiesbaden.

Nw. Z. Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft. Stuttgart.

O. Der Obstbau. Stuttgart.

Ö. l. W. Österreichisches Landwirtschaftliches Wochenblatt. Wien.

Ö. Z. Z. Österreich-ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft. Wien.

Pr. a. v. Le Progrès agricole et viticole. Montpellier.

Pr. Bl. Pfl. Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz. Stuttgart.

R. A. L. Atti della R. Accademia dei Lincei. Rendiconti. Rom.

R. B. Revue générale de Botanique.

R. I. Report of Observations of injurious Insects.

R. P. Revista di Patologia vegetale.

R. V. Revue de Viticulture. Paris.

S. L. Z. Sächsische Landwirtschaftliche Zeitschrift. Dresden.

St. sp. Le Stationi sperimentali agrarie italiane. Modena.

T. Pl. Tijdschrift over Plantenziekten.

W. B. Wochenblatt des Landwirtschaftlichen Vereins im Großherzogtum Baden.

W. L. Z. Wiener Landwirtschaftliche Zeitschrift. Wien.

W. u. W. Weinbau und Weinhandel.

Y. D. A. Yearbook of the Department of Agriculture. Washington.

Z. f. Pfl. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten. Stuttgart.

Z. Pr. S. = L. W. S.

Z. V. Ö. Zeitschrift für das Landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich. Wien.

Z. Z. Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zuckerindustrie. Berlin.

Geschichtlicher Rückblick.

Ebensolange wie der seßhafte Ackerbau besteht jedenfalls auch das Bedürfnis, krankhafte, den Ertrag beeinflussende Störungen im Wachstum der Kulturpflanzen auszuschalten. Im Einklang mit der anfänglich gänzlich mangelhaften Erkenntnis von der Natur der an der Entstehung von Pflanzenerkrankungen beteiligten Lebewesen und sonstigen Vorgänge waren zunächst auch die Mittel, deren man sich bediente, um Pflanzenbeschädigungen zu verhüten bezw. zu heilen, durchaus unzulängliche. Sie bestanden ursprünglich der Hauptsache nach in Gebeten und Opfern. Die Läuse, Frösche und Heuschrecken, welche des verstockten Pharao Felder verwüsteten, wurden hinweggenommen, nachdem Moses darauf hin abzielende Gebete verrichtet hatte (2. Buch Moses 8, 10). Bei der Einweihung des Tempels (1. Buch der Könige Kap. 8, Abschn. 37) bittet Salomon ausdrücklich darum, daß, sofern „eine Teurung . . . oder Heuschrecken, oder Raupen im Lande sein werden . . .", das in der geweihten Andachtsstätte verrichtete Gebet um Befreiung von derartigen Plagen erhört werden möge.

Auch noch in der nachchristlichen Zeit hielten die Römer an der Vorstellung fest, daß die Bitte an die für den Bringer von Rost und Brand im Getreide gehaltene Gottheit Robigo ein geeignetes Mittel zur Fernhaltung dieser beiden Krankheiten von ihren Feldern bilde, denn es wurden alljährlich am 25. April dahin abzielende Bitten in Form einer Festlichkeit, den sogenannten Robigalien, dem Gotte für Roste und Brande, unterbreitet. Gleichzeitig muß aber doch schon die Erkenntnis platzgegriffen haben, daß auch auf durchaus natürlichem Wege die Beseitigung von Erkrankungen der Feldfrüchte zu erreichen ist. Plinius führt in seiner Naturgeschichte, Buch 17 und 18, eine Reihe von Maßnahmen an, welche diese Annahme rechtfertigen. So wird dort empfohlen, das Getreide, zum Schutze gegen den Rost und Brand, vor der Aussaat in Wasser, Urin oder Wein einzutauchen oder mit gestoßenen Zypressenblättern zu vermischen. Zweifellos liegt hier ein Verfahren vor, welches sich bis auf den heutigen Tag noch, wenn auch in anderer Form, erhalten hat, die Vorbehandlung des Saatgutes durch ein Beizmittel. Das Auftreten von Raupen in Rüben und Kohl wurde durch Zwischensaat von Trigonella foenum graecum (Bockshornklee) verhindert. Diese Maßnahme ist entweder ein Seitenstück zu den Fangpflanzensaaten, wie sie

beispielsweise bei der Fritfliegenbekämpfung zur Ausführung gebracht werden, oder vielleicht auch ein Abschreckungsmittel. Unverständlich bleibt, welche Wirkung der Schutz der Hirsefelder durch ein Verfahren gehabt haben kann, welches darin bestand, daß des Nachts eine Kröte um das Feld getragen und dann in der Mitte desselben in einem irdenen Gefäße vergraben wurde.

Auch bestanden in damaliger Zeit bereits Gesetze zur Vernichtung von Insekten, z. B. ein Erlaß betr. die Heuschreckenvertilgung. Näheres hierüber teilt Plinius in seiner Naturgeschichte 11. Buch Kap. 29 mit.

Trotzdem also bereits im Anfange der christlichen Zeitrechnung natürliche Maßnahmen zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten bekannt waren, findet sich die Inanspruchnahme höherer Gewalten doch noch bis in die neuere Zeit hinein vor. Um nur einen derartigen Fall zu nennen, sei darauf hingewiesen, daß der Papst Benedikt XIII. den Bannfluch gegen die in der Umgebung von Rom vorhandenen Heuschrecken richtete und ihnen zugleich gebot, sich in das Meer zu stürzen.

Etwa von der Mitte des 17. Jahrhunderts ab mehrt sich aber doch die Verwendung von zweckentsprechenden Verfahren in merklicher Weise. Bei ihrer Entdeckung spielte der Zufall eine wesentliche Rolle. Das bekannte „Kälken" der Getreidesaat beruht u. a. auf einem solchen. In keinem Falle konnte es sich dabei aber um rationelle Bekämpfungsmittel handeln, da es bis zum Schluß des 18. Jahrhunderts an der wichtigsten Voraussetzung hierzu fehlte, nämlich an der richtigen wissenschaftlich begründeten Erkenntnis von der Eigenart des Krankheitserregers. Noch Plenck muß in seiner 1785 erschienenen Pflanzenpathologie bekennen, daß ihm die Ursache der Mutterkornkrankheit, des Rostes, des Brandes usw. unbekannt ist. Vom Mutterkorn wird die Vermutung ausgesprochen, daß es eine Art Insektengalle darstelle, von der Brandkrankheit war nur bekannt, daß sie ansteckender Natur ist, und der Rost wurde auf bestimmte Zustände der Luft in manchen Jahren zurückgeführt. Für alle 3 Krankheiten wird der Samenwechsel als Maßnahme zur Verhütung ihres Auftretens genannt.

Einen ganz wesentlichen Fortschritt für die Pflanzentherapie bedeuteten die in den Anfang des 19. Jahrhunderts fallenden Entdeckungen von Persoon und Prevost. Erstgenannter eröffnete den Weg, auf welchem in den folgenden Jahrzehnten eine genaue Kenntnis von dem Wesen der Krankheitserreger erzielt wurde und Prevost zeichnete durch seine Beobachtung, daß äußerst verdünnte Lösungen eines Kupfersalzes befähigt sind, das Auskeimen pilzlicher Fortpflanzungsorgane zu verhindern, den Weg vor, auf welchem sich die Lehre von der Bekämpfung parasitärer Pilze entwickelt hat.

Etwa um die Mitte des verflossenen Jahrhunderts treten die Vereinigten Staaten in die Reihe der an der Ausbildung der Pflanzentherapie beteiligten Nationen ein. Der den Amerikanern eigentümliche Großbetrieb im Feld-, Wald- und Gartenbau bildete den zwingenden Anlaß dazu, und zwar insofern, als die Ansammlung gleichartiger Pflanzenindividuen auf einer einzigen ausgedehnten Fläche erfahrungsgemäß die Krankheitsbildung fördert. Bis in die Gegenwart hinein haben sich die Vereinigten Staaten diese führende Stellung zu erhalten

gewußt, in erster Linie durch die Ermittelung und großzügige Anwendung brauchbarer Bekämpfungsverfahren, sodann aber auch durch die Heranziehung der natürlichen Gegner pflanzenpathogener Lebewesen und schließlich durch die zielbewußte Ausbildung der für die Nutzbarmachung bestimmter Bekämpfungsmittel erforderlichen Hilfsgeräte.

Einen weiteren Fortschritt in der Pflanzenheilkunde bildete die auf Sorauer zurückzuführende Schaffung einer Pflanzenhygiene. Bisher hat auf diesem Gebiete vornehmlich die Ausnutzung der natürlichen oder der auf dem Wege der Zucht geschaffenen Widerständigkeit gegen Erkrankungen und Parasiten nennenswerte Erfolge zu verzeichnen gehabt. Schon jetzt läßt sich aber übersehen, daß die Pflanzenhygiene in der Zukunft noch eine bedeutsame Rolle in der Pflanzenpathologie übernehmen wird.

Völlig unsicher sind dagegen die Aussichten, zweier in der neuesten Zeit bei der Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten zur Anwendung gebrachten Richtungen, die „innere Behandlung", wie sie von Schewüreff[1]) und von Mokrschetzky[2]) gehandhabt worden ist und die „Serumtherapie" von Potter[3]). Anläufe zur Begründung einer „Chirurgie für Bäume" hat Stone[4]) gemacht.

Die Verhütung von Krankheiten, welche ihren Ausgangspunkt in oder an der Wurzel haben, durch die Verwendung von Pfropfhybriden hat in neuerer Zeit vielfach brauchbare Dienste geleistet, so bei der Bekämpfung der „Tintenkrankheit" des Eßkastanienbaumes, von Phylloxera vastatrix, Heterodera und Tylenchus.

---

[1]) Schewüreff, J., Das Prioritätsrecht in der Frage der außerradikalen Ernährung. Petersburg 1904. (Russisch.)

[2]) Mokrschetzki, S. A., Über die Ernährung kranker Bäume unter Umgehung der Wurzel. St. Petersburg 1904. (Russisch.)

[3]) Potter, M. C., Über eine Methode, parasitäre Krankheiten bei Pflanzen zu bekämpfen. C. P. Abt. II. Bd. 23. 1909. S. 379. — On a method of checking parasitic diseases in plants. The Journal of Agricultural Science. 3. Jahrg. 1908. S. 102.

[4]) Stone, G. E., Modern tree surgery. Park and Cemetry and Landscape Gardening. Chigaco (1910?).

Kennzeichnung der verschiedenen Arten von Bekämpfungsmitteln.

Alle auf die Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten gerichteten Unternehmungen verfolgen den Zweck, entweder den Anlaß für eine Erkrankung von der Pflanze fern zu halten, oder, sofern die Erkrankung schon vorliegt, wieder zu beseitigen. Beide Arten von Maßnahmen, sowohl die vorbeugenden (prophylaktischen) wie die heilenden (kurativen) werden üblicherweise als Bekämpfungsmittel bezeichnet. Es empfiehlt sich jedoch zuweilen eine Trennung in ihrer Bezeichnung als Vorbeugungs- oder Verhütungsmittel und als Heilmittel vorzunehmen. Sofern in einem gegebenen Falle eine vorbeugende Behandlung möglich ist und aussichtsreich erscheint, sollte unbedingt von ihr Gebrauch gemacht werden, eingedenk der Erfahrung, daß es leichter ist, Erkrankungen zu verhüten als zu heilen.

Die neuzeitliche Pflanzentherapie stützt sich bei der Auswahl ihrer Mittel in erster Linie auf die Errungenschaften der Ätiologie und bekennt sich zu dem Grundsatze, daß die zielbewußte und damit wirksame Bekämpfung einer Pflanzenkrankheit erst dann möglich erscheint, wenn vollkommene Klarheit über den Krankheitserreger, im besonderen sein biologisches Verhalten und die dieses bedingenden natürlichen Umstände vorliegt. Ihre Mittel, welche sie den verschiedenartigsten Gebieten entnimmt, zerfallen ihrer Herkunft nach zunächst in zwei große Gruppen, in die organischen und die anorganischen. Erstere bestehen 1. in der Nutzbarmachung bestimmter Lebewesen und 2. in der Hervorrufung konstitutioneller Änderungen im Pflanzenkörper. Letztere werden zweckmäßigerweise nach der Art des ihre Wirkung bedingenden Antriebes eingeteilt in 1. chemische, 2. physikalische und 3. mechanische.

Organische Bekämpfungsmittel.

Es ist eine altbekannte Tatsache, daß, wenn auch nicht alle, so doch eine sehr große Anzahl von Lebewesen natürliche Gegner in Gestalt anderer Lebewesen besitzen. Eine für seine Zeit sehr eingehende Beschreibung einer der wichtigsten Familien parasitisch lebender Insekten, der Ichneumoniden, gab Ratzeburg[1]). Vor ihm hat übrigens schon der Italiener Notarianni (Redia 1909, 193) im Jahre 1795 auf die Möglichkeit der Vernichtung von Ölfliegen (Dacus oleae) durch Parasiten hingewiesen. Fortgesetzte Forschungen haben dann ergeben, daß kaum eine Insektenordnung vorhanden ist, welche nicht auch Parasiten in größerer oder geringerer Anzahl enthält. Selbst unter den zunächst sehr wenig geeignet für parasitäre Tätigkeit erscheinenden Lepidopteren und Hemipteren finden sich Vertreter vor, welche Jagd auf andere Niedertiere machen und von ihnen leben. Diese Verhältnisse zu einem vollständigen Bekämpfungssystem auszubauen, ist den Vereinigten Staaten vorbehalten geblieben. Anfang der 90er Jahre des ver-

[1]) Ratzeburg, H. Th. C., Die Ichneumonen der Forstinsekten in forstlicher und entomologischer Beziehung. Berlin 1848.

flossenen Jahrhunderts machte Koebele den Versuch, australische Insekten, welche als eifrige Gegner von Schildläusen bekannt waren, nach Kalifornien zu überführen, daselbst einzubürgern, massenhaft zu vermehren und als Stützen im Kampfe gegen die in Kalifornien weitverbreiteten Schildläuse zu verwenden. Mit mehr oder weniger Erfolg ist dieses Verfahren in der Folge nicht nur in Amerika, sondern auch in Europa, woselbst sich namentlich P. Marchal und Vuillet in Frankreich, sowie Berlese und Silvestri in Italien mit ihm beschäftigt haben, zur Einführung gelangt. Seine planvolle Durcharbeitung erfolgt aber erst seit Beginn des neuen Jahrhunderts auf Grund einer Anregung von Howard, dem Staatsentomologen im Ackerbauministerium der Vereinigten Staaten, in den Neu-Englandstaaten, wobei die besondere Absicht verfolgt wird, unter den einheimischen oder den aus dem Auslande eingeführten Parasiten geeignete Vertreter zur Unterdrückung der in den Staaten Massachusetts, Connecticut und Maine bestehenden Liparis dispar- sowie Euproctis chrysorrhoea-Epidemie aufzufinden.

Der Parasit frißt entweder das schädliche Insekt auf, oder er belegt es mit seinen Eiern. Im letzteren Falle begibt sich die Larvenform in das Innere des Wirtstieres, um dasselbe allmählich, häufig auch erst nachdem dasselbe irgend eine andere Entwicklungsform angenommen hat, vollkommen aufzuzehren. Die Amerikaner bezeichnen die erste Art von Parasiten als predacious, die letzte als endophagous. Die deutsche Sprache pflegt nur die ihren Wirt ganz allmählich aufzehrenden, unter Umständen ihn sogar am Leben belassenden Niedertiere als Parasiten, die übrigen Formen aber als Raubinsekten zu bezeichnen. Nicht immer ist es ein tierischer Organismus, gegen welchen die im pflanzentherapeutischen Sinne nützlichen Insekten ihre Angriffe richten. Auch schädliche Pilze und Unkräuter können durch sie zerstört werden. Ein Beispiel für den erstgenannten Fall bildet das Darluca filum, ein Käferchen, welches die Sporen des Spargelrostes verzehrt, für den zweiten Fall die Schildlaus Antonina australis, welche das Unkraut Cyperus rotundus in Neu-Süd-Wales zugrunde richtet. (A. G. N. 1904, 407.)

Neben den entomophagen Niedertieren kommen vornehmlich noch die nützlichen Vögel als Insektenvertilger in Frage. So wertvoll die Dienste sein mögen, welche die ortsständige Vogelwelt bei der Bekämpfung von Insektenepedemien zuweilen leistet, so steht doch auch fest, daß diese Dienste im allgemeinen überschätzt werden und daß auch die sorgsamst gepflegte und geschützte Vogelwelt unter den gegenwärtigen Ackerbauverhältnissen nicht in der Lage ist, für sich allein bei epidemischem Auftreten von Insektenschädigern auf größeren Flächen wieder normale Zustände herbeizuführen.

Den nützlichen Insekten und Vögeln stehen die nützlichen Spalt- und Fadenpilze zur Seite, deren Angriffe auf höhere feldschädliche Tiere, Niedertiere und krankheitserzeugende Pilze gerichtet sind. Als Ausgangspunkt für diese Art von natürlichen Bekämpfungsmitteln dürfte die dem Seidenraupenzüchter seit langem schon unter der Bezeichnung Pebrine, Muscardine, Flaccidezza usw. bekannte Krankheit anzusehen sein. Eine ganze Reihe von Forschern, u. a. Krassilstschik in Rußland, Giard in Frankreich, Berger und Fawcett in

den Vereinigten Staaten haben Pilzarten kennen gelehrt, die bald als Schildlaus-, bald als Engerlings-, bald als Heuschreckenvertilger unter passenden Umständen brauchbare Dienste leisten. Eine gewisse Bedeutung hat die Bekämpfung von feldschädlichen Nagetieren durch die von Löffler eingeführte Hervorrufung von Bakteriosen erlangt, ebenso wie die hinsichtlich der Zugehörigkeit ihres Erregers noch umstrittene Polyeder- (Wipfel-) krankheit der Nonnenraupe. Endlich ist auch beobachtet worden, daß Pilze auf Pilzen parasitieren, wobei freilich zuweilen noch die Frage einer Untersuchung bedarf, ob es sich dabei wirklich um Parasiten und nicht vielleicht um ein noch unbekanntes Entwicklungsstadium handelt. Ein solcher Fall liegt möglicherweise vor bei dem auf Kulturen von Sphaerotheca mors uvae an der Grenzzone zwischen der Oidium- und der Askosporenfruchtform auftretenden Cicinnobolus cesati.

Zu greifbaren, im Felde verwendbaren Maßnahmen hat bisher nur die Vernichtung von Nagetieren mit den sogenannten Typhusbazillen geführt. Den äußeren Anlaß dazu bot die allgemeine Feldmausepidemie in Griechenland gegen Ende des verflossenen Jahrhunderts und ihre erfolgreiche Beseitigung durch Löfflers Bacillus typhi murium. Seit dieser Zeit sind eine ganze Reihe von Mikroorganismen entdeckt und in der verschiedenartigsten Aufmachung empfohlen worden, welche Typhus oder Enteridis usw. bei Nagern hervorrufen. Zu einem ständig und allgemein in Gebrauch genommenen Hilfsmittel haben sie sich aber nur dort herausbilden können, wo die zielbewußte sachkundige Mitwirkung von Pflanzenschutzanstalten zur Verfügung gestanden hat. Der Hauptvorteil derartiger Mikroorganismen, welcher in der selbsttätigen Übertragung des Ansteckungsstoffes von erkrankten auf noch gesunde Nager besteht, wird nur dann voll erreicht, wenn der noch gesunde Nager vom Hunger getrieben, seine an der Seuche erlegenen Kameraden ganz oder wenigstens teilweise auffrißt. Ein nicht zu unterschätzender Nachteil ist die Empfindlichkeit der Bakterienkulturen gegen Licht, Säuren, Wärme, Trockenheit usw., weshalb zum guten Gelingen hinlängliches Verständnis für den Gegenstand bei dem das Auslegen Vornehmenden vorhanden sein muß. Ein derartiges Verständnis ist gegenwärtig noch nicht allenthalben vorhanden. Schließlich kommt noch hinzu, daß in neuerer Zeit sich Stimmen vernehmen lassen, welche die Übertragung der bei den Nagern künstlich hervorgerufenen Seuchen auch auf den Menschen für möglich erachten. Alle diese Umstände mögen dazu geführt haben, daß das einzige bisher in greifbare Form gebrachte „natürliche Bekämpfungsmittel“ nicht allgemein Fuß zu fassen vermocht hat.

Die Bekämpfung der pflanzenschädlichen Lebewesen durch ihre natürlichen Feinde ist ein Wissensgebiet, welches noch im Werden begriffen ist.

Die konstitutionellen Änderungen im Pflanzenkörper.

Bestimmte Pflanzenarten und Abarten werden wenig, andere sehr stark von bestimmten Erkrankungen heimgesucht. Im allgemeinen haben die wildwachsenden Vertreter einer Pflanzenspezies weniger unter Angriffen schädigender

Einflüsse auf ihre Gesundheit zu leiden als ihre zu Kulturformen umgewandelten und zu Kulturzwecken angebauten Abarten. Der Grund hierfür ist zu suchen in dem Verlorengehen bestimmter, Schutz gegen Erkrankungen gewährender äußerer wie innerer Eigenschaften. Bald sind es Einlagerungen von starken Bitterstoffen in die Zellgewebe, bald starke Verholzungen oder gar Verkieselungen, bald wieder die starke Kutinisierung, welche verhindern, daß sich nachteilige Außeneinflüsse an der wilden Pflanze geltend machen können. Bis in die jüngste Zeit hinein ist aber weder von den Pflanzenbauern, noch von den Pflanzenzüchtern diesen Verhältnissen in hinlänglichem Maße Rechnung getragen worden. Erst in den letzten 10 Jahren etwa haben sich Bestrebungen geltend gemacht, welche darauf abzielen, krankheitswiderständige Abarten unserer Kulturpflanzen entweder auf dem Wege der Auswahl oder durch Zucht zu schaffen. Ein erschwerendes Moment für diese Arbeiten bildet die Beeinflussung der Widerständigkeit durch Bodenart, Lage, klimatische Verhältnisse usw. Alle Angaben über die Resistenz einer Pflanze gegenüber bestimmten Krankheiten besitzen deshalb nur einen lokal beschränkten Wert.

Die chemischen Bekämpfungsmittel.

Als chemische Bekämpfungsmittel werden alle diejenigen Mittel bezeichnet, bei welchen ein auf künstlichem Wege dargestellter chemischer Stoff die krankheitsverhütende und -beseitigende Wirkung hervorruft. In den seltensten Fällen handelt es sich dabei um eine einheitliche Substanz, zumeist wird vielmehr eine Mischung mehrerer Stoffe verwendet, in welchen enthalten ist

1. der wirksame Grundstoff,
2. ein Träger für den letzteren,
3. ein Hilfsstoff.

Die Grundstoffe sind teils organischer, teils unorganischer Herkunft, und im ersteren Falle entweder tierische oder pflanzliche Erzeugnisse. Soweit sie in Pulverform übergeführt werden können, kommen die Grundstoffe, wie z. B. der Schwefel, der Kalk, das Schweinfurter Grün gelegentlich ohne weiteres zur Anwendung. Aus noch zu erörternden Gründen wird die Pulverform aber im allgemeinen nur wenig in Gebrauch genommen. Dem Träger liegt hauptsächlich die Aufgabe ob, den erforderlichen Verdünnungsgrad für den Grundstoff herzustellen. Als Verdünnungsmittel werden verwendet in erster Linie Wasser, sodann aber auch Milch, Straßenstaub, Ziegelmehl. Träger im eigentlichen Sinne sind u. a. Brei von Kleie, Kartoffeln, Möhren usw. Auf diese Weise entstehen verschiedene Formen von chemischen Bekämpfungsmitteln: Flüssigkeiten (Brühen), Pulver und Köder. Durch die Hilfsstoffe wie Kalk, Spiritus, Seife, Melasse soll eine Erhöhung des Wirkungswertes und der Wirkungsdauer, sowie die Beseitigung pflanzenschädlicher Eigenschaften aus dem Mittel erzielt werden. Bei der Steigerung der Wirkung handelt es sich hauptsächlich um die Verbesserung der Benetzungsfähigkeit, um die Erhöhung der Klebekraft, sowie um die Beigabe eines den Schädiger anlockenden Stoffes.

An ein brauchbares chemisches Bekämpfungsmittel sind folgende Anforderungen zu stellen. Es muß sein:

1. wirksam und beständig,
2. pflanzenunschädlich, sofern es dazu bestimmt ist, mit Pflanzen in Berührung gebracht zu werden,
3. billig,
4. möglichst einfach in der Vorschrift, Herstellung und Anwendung,
5. ungefährlich für Menschen und Nutztiere.

Ferner ist noch zu fordern gute Ausbreitungsfähigkeit, gutes Eindringen in die mit Schädigern besetzten Schlupfwinkel, sowie langes Haftenbleiben an der Pflanze.

Die Forderung großer Billigkeit macht sich deshalb nötig, weil, abgesehen von Ausnahmefällen, die pflanzenpathologischen Bekämpfungsmittel vorwiegend in großen Mengen verbraucht werden. Möglichste Einfachheit in der Zubereitung und Handhabung empfiehlt sich mit Rücksicht darauf, daß der Landwirt in der Regel das Bekämpfungsmittel selbst herzustellen hat. Von mancher Seite wird gefordert, daß das Mittel unbedingt unlöslich sei und zwar deshalb, weil nur ein solches vom Regen nicht sofort wieder abgewaschen wird. Dieser Forderung läßt sich aber nicht in allen Fällen nachkommen. Sie ist auch nicht unbedingt nötig.

Während für bestimmte chemische Stoffe, beispielsweise den Schwefelkohlenstoff, die Verwendungsform ohne weiteres vorgezeichnet ist, bleibt für andere Mittel die Wahl zwischen der Brühen- und der Pulverform offen. Im allgemeinen empfiehlt es sich, die Brühen zu verwenden, weil diese besser an der Pflanze bezw. am Krankheitserreger haften wie das Pulver, weil der Wind die aufgespritzten Teilchen nicht so leicht wegführt, wie die nur lose aufliegenden Stäubchen und weil die Verteilung des wirksamen Stoffes gleichmäßiger, jedenfalls aber so erfolgen kann, daß überall die gleiche Konzentration des Mittels vorliegt. Endlich ist der Landwirt bei Benutzung von Brühen weit weniger von der Tageszeit abhängig als bei der von Pulvern, welche nur im Tau gestreut werden dürfen.

Ein weit verbreiteter Irrtum besteht in der Annahme, daß ein gegen Pilzinfektionen oder Insektenfraß zu schützender Pflanzenteil, z. B. das Blatt, vollkommen und recht dick mit dem Bekämpfungsmittel überzogen sein müsse. Durch die vollständige Bedeckung der Blattfläche wird die Assimilationstätigkeit nachteilig beeinflußt und durch das dicke Auftragen die Haftfähigkeit des Mittels verringert. Als zweckentsprechend verspritzt ist eine Brühe dann zu bezeichnen wenn sie in äußerst feinen, stecknadelstichgroßen und einzeln bleibenden Tröpfchen das Blatt derart bedeckt, daß zwischen den einzelnen Tröpfchen das Pflanzengewebe in ungehinderter Verbindung mit der Luft bleibt.

Mit Rücksicht darauf, daß die Herstellung der chemischen Bekämpfungsmittel in den Händen des Landwirtes liegt, muß bei Aufstellung der Vorschriften auf möglichste Einfachheit, leichte Übersichtlichkeit und bequeme Handhabung Bedacht genommen werden. Ein Mittel hierzu ist die Angabe der Bestandteile für je 100 l. Eine derartige Vorschrift gestattet durch einfache Kommaumsetzung die für 1000 oder 10 und 1 l Spritzflüssigkeit erforderlichen Mengen ohne weiteres ab-

zulesen. Ferner erleichtert sie die Übersicht, indem der Stärkegrad der wirksamen Grundsubstanz und der Hilfssubstanz leicht erkennbar ist und endlich erscheint die Angabe in einer runden Anzahl von Litern zweckmäßig, weil dadurch die Herstellungsarbeit vereinfacht wird. Dieser Einsicht haben sich auch die Amerikaner, welche ursprünglich ganz willkürlich bei Aufstellung ihrer Vorschriften verfuhren, nicht länger verschließen können, denn die neueren amerikanischen Formeln für flüssige Bekämpfungsmittel beziehen sich fast immer auf die feststehende Wassermenge von 50 Gallonen. Das metrische Zahlensystem fügt den Vorteil der einfacheren Umrechnung hinzu.

An einem Beispiele möge das oben Gesagte erläutert werden. Noch in der jüngsten Zeit wurde zur Vertilgung von Spinnraupen (M. B. A. Heft 10. 1910. 20) eine Brühe von der nachstehenden Zusammensetzung empfohlen.

Tabaksauszug . , ... , . . .	3 kg
Schmierseife . . . . . . , ...	3 „
vergällter Spiritus	3 l
schwarze gepulverte Nießwurz.	0,5 kg
Wasser	141 l

Die einfachen Gewichtsmengen der Grundbestandteile lassen diese Vorschrift auf den ersten Blick als einfach und bequem in der Handhabung erscheinen. Tatsächlich handelt es sich aber um eine ziemlich unbequeme Vorschrift. Das wird klar, wenn man zu der Annahme greift, daß nicht gerade 141 l Spritzflüssigkeit, sondern nur 100 l benötigt werden, in diesem Falle macht sich eine ziemlich umständliche Umrechnung für die vier Bestandteile erforderlich, und schließlich sind folgende Gewichtsmenge für die Herstellung abzuwiegen:

Tabaksauszug	2,12 kg
Schmierseife.	2,12 „
vergällter Spiritus	2,12 l
Nießwurz	0,355 kg

Erwägt man nun weiter, daß sowohl der Tabaksauszug wie die Schmierseife und der Spiritus hinsichtlich ihres Gehaltes erheblichen Schwankungen unterworfen sein können, und daß von vornherein nicht die geringsten Bedenken bestehen, von der ebenfalls keine konstante Größe darstellenden Nießwurz, anstatt 355 g deren 500 auf 100 l Brühe zu verwenden, so wird es klar, daß Vorschriften wie die oben angeführte abzulehnen sind.

Die in dem Handbuche enthaltenen Vorschriften haben ohne weiteres nur für erwachsene Pflanzen Geltung. Junge Pflanzenteile sind empfindlicher, weshalb es sich empfiehlt, diese mit schwächeren Brühen und immer zunächst versuchsweise zu behandeln.

Ziemlich häufig sind die Fälle, in denen ein angeblich zuverlässiges Mittel wirkungslos bleibt. Die Gründe für ein derartiges Versagen können mannigfacher Natur sein. Die Art der zu bekämpfenden Schädiger ist verkannt und deshalb ein falsches Mittel angewendet worden. Die verwendeten Materialien sind nicht vollwertig, vielleicht sogar regelrecht verfälscht gewesen. Von Haus aus vollkommen einwandfreie Brühenbestandteile haben durch längeres Liegen an der

Luft einen Teil ihres Wirkungswertes eingebüßt. Regen oder starker Tau hat das Bekämpfungsmittel wieder fortgenommen, bevor es in Tätigkeit treten konnte. Endlich kommt es häufig vor, daß die gegebene Vorschrift in mißverstandener Weise ausgeführt worden ist. Derartige Mißerfolge haben mit sich gebracht, daß die Verwendung sogenannter gebrauchsfertiger Bekämpfungsmittel Anklang gewinnen konnte. Gewöhnlich sind derartige Mittel nur in einer angegebenen Menge von Wasser aufzulösen oder mit einer bestimmten Menge Wasser zu verdünnen. Läßt sich auf der einen Seite nicht bestreiten, daß die Verwendung solcher gebrauchsfertiger Brühen sehr einfach ist, so muß andererseits doch betont werden, daß letzteren auch erhebliche Mängel anhaften. Ein solcher Mangel besteht u. a. darin, daß die Mengen und bei Geheimmitteln zumeist sogar die Art der Bestandteile nicht hinlänglich genau bekannt sind, um ein Urteil darüber zuzulassen, ob nach Art und Menge der Bestandteile eine hinlängliche Wirkung des Mittels ohne Schädigung der Pflanze in Aussicht steht. Zu bemängeln ist auch, daß derartige fertige Mittel, welche zumeist auf Vorrat angeschafft werden müssen, beim Lagern oft erheblich an Gebrauchswert einbüßen. Einen weiteren Übelstand bildet die schwankende Zusammensetzung der gebrauchsfertigen Mittel. Endlich pflegt auch der Preis für derartige Fabrikate nicht in den richtigen Einklang mit dem Werte derselben zu stehen. Der Landwirt soll sich zum Grundsatze machen, alle chemischen Bekämpfungsmittel für seinen Betrieb selbst und erst unmittelbar vor der beabsichtigten Ingebrauchnahme herzustellen. Geheimmittel sollten unter allen Umständen abgelehnt werden.

Ein Universalmittel von gleich guter Wirksamkeit gegen die verschiedenartigen Krankheitserreger gibt es nicht und kann es auch nicht geben. Mitunter suchen allerdings die Anpreisungen von Geheimmitteln den Eindruck zu erwecken, als ob ihnen universelle Wirkung zukomme, indessen sehr zu Unrecht.

Mit der richtigen Auswahl und Zubereitung allein wird aber der Erfolg eines Bekämpfungsmittels noch nicht gewährleistet. Es muß sich auch noch die richtige, zielbewußte Verwendung hinzugesellen. Zunächst ist Klarheit darüber nötig, ob die Bekämpfungsarbeit unter Erhaltung oder unter Preisgabe der Pflanze erfolgen soll. So bereitet es keine erheblichen Schwierigkeiten, die Reblaus zugleich mit dem Weinstock zu vernichten, während bis zu diesem Augenblicke noch kein allgemein brauchbares Verfahren gefunden werden konnte, welches zwar die Reblaus tötet, den Rebstock, auf welchem sie sitzt, aber unbeschädigt läßt. Weiter ist zu bedenken, daß die Vergiftung des Bodens durch die im Bekämpfungsmittel enthaltenen Stoffe vermieden werden muß. Die Bespritzungen sind so zu leiten, daß auch Reste giftiger Substanzen aus denselben auf Früchten und sonstigen Pflanzenteilen, welche Genußzwecken dienen, bei deren Ingebrauchnahme nicht mehr vorhanden sind. In bestimmten Fällen ist darauf zu achten, daß durchdringende Gerüche aus dem Bekämpfungsmittel nicht auf die behandelte Pflanze übergehen. Eine derartige Möglichkeit liegt beispielsweise vor, wenn Teerprodukte gegen bodenlebige Krankheitserreger in Anwendung gebracht werden. In technischer Beziehung ist bei der Verwendung eines Bekämpfungsmittels Bedacht darauf zu nehmen, daß dasselbe zu möglichst feiner und sparsamer Ver-

teilung gelangt. Als hierfür geeignete Vorrichtungen dienen im allgemeinen die noch weiter unten zu kennzeichnenden Pflanzenspritzen, in ihren verschiedenen Bauarten, sowie die Verpulverer.

Die für 1 ha Fläche erforderliche Menge Spritzflüssigkeit wechselt je nach der Pflanzenart und den besonderen Umständen, so daß sich eine allgemein gültige Angabe hierüber nicht machen läßt. Für Hederich im Getreide sind beispielsweise 500—600 l, für Kartoffeln 600 l, für Weinreben 800 l Spritzflüssigkeit auf den Hektar erforderlich.

Bei manchen an und für sich sehr brauchbaren Mitteln treten zuweilen Beschädigungen der damit behandelten Pflanzenteile ein, entweder sofort oder auch erst nach Ablauf einiger Zeit. Derartige Schädigungen werden namentlich dann beobachtet, wenn das Bekämpfungsmittel zu stark sauer bezw. alkalisch ist, oder wenn infolge längeren Stehens in dem Mittel Umsetzungen stattgefunden haben, welche mit der Bildung pflanzenschädlicher Stoffe verbunden gewesen sind. Die Prüfung des fertigen Bekämpfungsmittels auf seine Reaktion darf deshalb in keinem Falle unterbleiben. Pulverförmige Stoffe können naturgemäß sehr leicht Pflanzenbeschädigungen hervorrufen, weil sie je nachdem durch viel oder wenig Tau bezw. Regenwasser gelöst werden. Im letzteren Falle entstehen sehr leicht zu hochhaltige Lösungen. Im übrigen sind die Schädigungsanlässe bei den einzelnen Mitteln verschiedener Art und Ursache und werden deshalb bei den einzelnen Bekämpfungsmitteln erörtert werden. In einigen Fällen stellt diese Beschädigung der Pflanze den angestrebten Zweck des Bekämpfungsverfahrens dar, so z. B. bei der Unkrautvertilgung.

Noch nach einer anderen Richtung hin sollen die Bekämpfungsmittel nachteilig auf die Pflanze einwirken können und zwar dadurch, daß sie die an dem Zustandekommen der Blütenbefruchtung beteiligten Bienen verscheuchen. Die vorliegenden Beobachtungen lassen keinen Zweifel an der Tatsächlichkeit dieses Übelstandes bestehen. Im großen und ganzen handelt es sich dabei aber doch nur um eine nicht allzuhäufige Erscheinung.

Bei der Verwendung klarer durchsichtiger Lösungen besteht die Möglichkeit von Verbrennungen durch die Sonne, da klare Tropfen wie Brennlinsen wirken. Eine derartige Wirkung ist bei den einen unlöslichen Bestandteil enthaltenden Brühen ausgeschlossen, dafür können diese aber wieder der Pflanze durch zu weitgehende Abhaltung von Licht nachteilig werden.

Es empfiehlt sich, nach der Art der Krankheitserreger, welche in Frage kommen, zu unterscheiden:

1. Bekämpfungsmittel gegen höhere Pflanzen (Herbizide),
2. Bekämpfungsmittel gegen niedere Pflanzen, vorwiegend Pilze (Fungizide),
3. Bekämpfungsmittel gegen höhere Tiere,
4. Bekämpfungsmittel gegen Niedertiere, vorwiegend Insekten (Insektizide).

Die hier und da vorzufindenden Bezeichnungen, Pilzgifte, Insektengifte, besitzen zwar den Vorzug, dem deutschen Sprachschatze entnommen zu sein, zugleich haftet ihnen aber der Mangel der Zweideutigkeit an, insofern als sie nicht klar zum Ausdrucke bringen, ob es sich um die von einem Pilze oder einem

Insekte ausgeschiedenen Toxine oder um Gifte zur Abtötung von Pilzen bezw. Insekten handelt. Weitere Bezeichnungen für Bekämpfungsmittel sind von einzelnen Schädigern oder Schädigergruppen abgeleitet worden. So haben die zur Vernichtung von Dacus-Fliegen dienenden Gemische den Namen Dachizide, die Schildlausbekämpfungsmittel den Namen Coccozide erhalten.

Nach Art und Weise, wie die gewünschte Einwirkung auf den Krankheitserreger vor sich geht, lassen sich unterscheiden: Abschreckungs-, Schwächungs- und Vertilgungsmittel. Die Leistungen der Abschreckungsmittel (engl. deterrents) beruhen vorwiegend auf ihrem Geruch, daneben aber auch auf der Farbe und dem Geschmack. Die Überkleidung der Maissamen mit Franzosenöl oder mit einem Brei von Mennige gehört in diese Klasse von Bekämpfungsmittel. Die Schwächungsmittel stimmen in stofflicher Beziehung gewöhnlich mit den Vertilgungsmitteln überein und unterscheiden sich von ihnen eigentlich nur dadurch, daß sie mit Rücksicht auf die Pflanze in schwächerer Dosis angewendet werden. Es wird auf diese Weise erreicht, daß die Pflanzen lebend bleiben, der an ihnen tätige Krankheitserreger aber derart in seinem Einflusse auf die Pflanze geschwächt wird, daß letztere sich leistungsfähig zu erhalten vermag. Ein Beispiel für diese Art von Heilmitteln bildet das sogenannte Kulturalverfahren, welches in der Einführung schwacher Dosen Schwefelkohlenstoff in den Bereich des mit Rebläusen verseuchten Wurzelsystemes der Weinstöcke besteht. Die Vernichtungsmittel erstreben, wie ihr Name besagt, die vollkommene Zerstörung des Krankheitserregers. Der Vorgang, in dessen Verlaufe dieses Ziel erreicht wird, spielt sich bald in sehr kurzer, bald in längerer Zeit ab. Während bei einer Behandlung von Schildläusen mit Blausäuregas das Eingehen der Läuse in sehr kurzer Frist — etwa 40 Minuten — erfolgt, bedarf es bei einer Behandlung mit Baryumchlorid 20 und mehr Stunden, ehe der Tod des in Frage kommenden Schädigers eintritt.

Die chemischen Bekämpfungsmittel in ihrer Anwendung auf die einzelnen Schädigergruppen.

Die Eigenart der einzelnen Gruppen von Schädigern verlangt Bekämpfungsmittel, welche diesen Eigentümlichkeiten nach Art und Anwendungsweise Rechnung tragen. Es folgt deshalb im Nachstehenden eine kurze Kennzeichnung der aus der Natur der einzelnen Schädigergruppen abzuleitenden chemischen Hilfsmittel für ihre Bekämpfung.

Schadenbringende höhere Pflanzen.

Für die Bekämpfung auf chemischem Wege kommen unter den höheren Pflanzen neben den Halb- und Ganzschmarotzern nur noch die Feld-, Wiesen- und Gartenunkräuter in Frage. Bisher sind Versuche zur Vernichtung der Schmarotzerpflanzen mit Hilfe von chemischen Stoffen nicht unternommen worden. Dahingegen hat die chemische Unkrautvertilgung in neuerer Zeit vielfach Eingang gefunden. Anlaß dazu gab die Beobachtung eines französischen Weinbauers, daß

Hederichpflanzen, welche mit Kupfervitriollösung benetzt werden, eingehen. Das Verfahren der Unkrautbekämpfung durch Metallsalzlösungen wurde etwa um die Jahrhundertwende auch in anderen Kulturstaaten aufgenommen, in Deutschland namentlich von Frank und Schultz, welche zugleich an Stelle des Kupfervitrioles das billigere Eisenvitriol zur Verwendung empfahlen. Später zeigte Heinrich in Rostock, daß auch Lösungen der üblichen Düngesalze zur Unkrautvernichtung geeignet sind. Schließlich ist noch der Vorschlag gemacht worden, die Lösungen durch Pulver zu ersetzen. Eingebürgert bis zu einem gewissen Grade hat sich nur das Eisenvitriolspritzverfahren, dessen Wirksamkeit außer Zweifel steht. Unklarheiten herrschen zuweilen darüber, ob den Lösungen oder den eisensulfathaltigen Pulvern der Vorzug zu geben ist. Eine Abwägung der beiderseitigen Vorzüge und Nachteile führt zu dem Ergebnis, daß bei der Vertilgung höherer Pflanzen den flüssigen Mitteln entschieden der Vorzug zu geben ist. Weiter unten wird übrigens gezeigt werden, daß diese Stellungnahme nahezu für alle chemischen Vertilgungsmittel Geltung hat.

Niedere Pflanzen als Krankheitserreger.

Unter den niederen Pflanzen sind es fast ausschließlich die Pilze, welche Pflanzenerkrankungen hervorrufen. Für die Unschädlichmachung dieser Krankheitserreger sind zwei Wege vorgezeichnet, einmal die Zerstörung der vegetativen Organe, d. h. des Myzeles, und sodann die Abtötung der die Fortpflanzung vermittelnden Organe.

An und für sich ist die Widerständigkeit der Pilze und ihre Fortpflanzungsorgane, soweit sie nicht durch besondere Vorrichtungen stark geschützt sind, gegen chemische Stoffe eine sehr geringe. So unterliegen die Plasmopara-Keimschläuche und die Sommersporen von Fusicladium bereits der Einwirkung einer äußerst verdünnten Kupfervitriollösung. Unter den natürlichen Verhältnissen können die Giftwirkungen chemischer Substanzen gegenüber den parasitären Pilzen aber nur in beschränktem Maße zur Wirkung gelangen, namentlich deshalb, weil die Mehrzahl der Pilze ihre vegetativen Organe inter- oder intrazellular im Pflanzengewebe zur Ausbildung bringt, und weil oft erst dann, wenn die ausgebildeten Fortpflanzungsorgane vorliegen, die über dem Myzel lagernden Zellschichten aufreißen. Eine Ausnahme hiervon machen die echten Mehltaue, deren Myzel größtenteils den Pflanzenteilen äußerlich anhaftet. In diesem Falle wird aber die Einwirkung der chemischen Substanzen, wenigstens soweit es sich um flüssige Mittel handelt, wieder dadurch geschmälert, daß die zwischen dem filzartigen dichten Gewirr von Myzelfäden befindlichen Luftbläschen den Zutritt wäßriger Lösungen verhindern. Es erklärt sich hieraus, weshalb für die den Mehltaupilzen angehörigen Pflanzenparasiten eine besondere Bekämpfungsweise in Anwendung gebracht werden muß, deren springendes Kennzeichen die Benutzung gasabscheidender Stoffe ist. Von einer Pilztötung darf streng genommen nur im letzteren Falle gesprochen werden. Es erscheint deshalb auch unter Umständen angezeigt, zu unterscheiden zwischen Sporen bezw. Keimschlauch tötenden (Zymiziden) und pilztötenden oder echten fungiziden Bekämpfungsmitteln.

Die Sporenvernichtung erfolgt fast ausschließlich durch vorbeugende Behandlung, wobei ein Erfolg auf zweierlei Weise erzielt werden kann. Entweder verhindert der fragliche chemische Stoff die Keimung überhaupt oder er tötet den Keimschlauch während seines Hervorbrechens aus der Spore. Die in der Natur umher verstreuten Überwinterungsformen der Pilze, wie die Dauersporen der Basidiomyzeten, die im Perithezium befindlichen Askosporen und namentlich die Sklerotien sind unter den im landwirtschaftlichen Betriebe gegebenen Verhältnissen so gut wie vollkommen gegen die Vernichtung durch chemische Mittel geschützt. Sofern Samen und sonstige ruhende Pflanzenteile Träger derartiger Dauersporen sind, lassen sich diese durch Anwendung eines Kunstgriffes abtöten, welcher darin besteht, daß die Dauersporen auf künstlichem Wege zur Auskeimung veranlaßt und dadurch empfindlich gegen die Einwirkung chemischer Stoffe gemacht werden.

Die Zymizide werden teils in Form einer Beize, teils als Spritzbrühen verwendet. Alle Entpilzungen von Samen und selbständigen Pflanzenteilen erfolgen zweckmäßig durch die Beize, d. h. durch das vollkommene Untertauchen in eine sporentötende Lösung, ein Verfahren, welches sich durch seine Einfachheit und sichere Wirkung auszeichnet. Als Spritzmittel verwendet, muß den Zymiziden je nachdem es sich um eine winterliche oder sommerliche Verwendung handelt, eine etwas verschiedene Form gegeben werden. Ruhende Pflanzen sind weit weniger empfindlich gegen chemische Stoffe wie wachsende. Für die Winterbehandlung eignen sich deshalb einfache und ziemlich starke, kräftig wirkende Lösungen. Bei den im Wachstum befindlichen Gewächsen muß dahingegen Rücksicht auf die große Empfindlichkeit der Gewebe genommen und deshalb die Abstumpfung oder Verdünnung der zymiziden Mittel bis auf einen alle Blattverbrennungen ausschließenden Grad vorgenommen werden.

An alle Zymizide und Fungizide muß, soweit sie als Spritz- oder Streumittel dienen, die Forderung gestellt werden, daß sie hohe Klebkraft und damit eine langanhaltende Wirkungsdauer besitzen. Begründet ist diese Forderung in dem schon erwähnten Umstande, daß die Pilze in der Hauptsache nur vermittels vorbeugender Verfahren erfolgreich bekämpft werden können. Sobald der Phytophthorapilz in einer Kartoffelstaude erst einmal Fuß gefaßt hat, können pilztötende Mittel den weiteren Gang der Verseuchung nicht mehr aufhalten. Andererseits ist es nur selten möglich, mit einiger Bestimmtheit vorherzusagen, wann Verseuchungen hervorrufende Keime eines parasitären Pilzes in der Natur auftreten werden. Aus diesen Gründen muß mit der Durchführung der vorbeugenden Maßnahmen bereits zu einer Zeit begonnen werden, in welcher diese Pilzkeime noch nicht vorhanden sein können. Den Fungiziden liegt somit die Aufgabe ob, längere Zeit den Einflüssen von Wind, Sonne und Regen Widerstand zu leisten. Es erklärt sich hieraus ohne weiteres, weshalb reine Lösungen zur Vernichtung von Pilzen im Freien vollkommen unbrauchbar sind. Nur Mittel, welche den wirksamen Bestandteilen in Form eines Niederschlages enthalten, eignen sich für die Verwendung an der wachsenden Pflanze. Der in den Fungiziden enthaltene Niederschlag muß überaus feinflockig sein und sich möglichst

lange in der Schwebe erhalten. Ob dieser Zustand erreicht wird, hängt in vielen Fällen besonders auch von der Zubereitungsweise ab, über welche weiter unten bei den einzelnen Mitteln nähere Mitteilungen gebracht werden. Ein Hilfsmittel, durch welches bewerkstelligt werden soll, daß sich die Niederschlagsflöckchen in der Schwebe erhalten, ist die den Pflanzenspritzen beigegebene Rührvorrichtung.

In der Natur spielt sich demnach die sporentötende Wirkung eines Bekämpfungsmittels in der Weise ab, daß Tau oder Regen einerseits die auf das Blatt oder sonst einen Pflanzenteil gelangten Pilzspore zum Auskeimen veranlaßt, andererseits aber gleichzeitig eine kleine Menge des pilzgiftigen Niederschlages in Lösung bringt und dadurch die Sporen- bezw. Keimschlauchtötung veranlaßt.

Unter den Zymiziden stehen an erster Stelle die Kupfersalze in verschiedenen Zubereitungen. In neuerer Zeit wird für die Entpilzung von Samen auch das Formaldehydgas stark bevorzugt. Eine neue Art von Zymiziden scheint in gewissen schwerlöslichen insektiziden Schwefelverbindungen gefunden worden zu sein. So sind an der Schwefelkalkbrühe schon mehrfach solche pilzwidrige Wirkungen wahrgenommen worden. Jedenfalls sind die letzteren auf die beständige Entbindung kleiner Mengen von Schwefelwasserstoff zurückzuführen. Als Myzelienvernichter kommt hauptsächlich feinstkörniges Schwefelpulver in Frage.

Die Pilzangriffe können sowohl von der Ober- wie von der Unterseite der Blätter her erfolgen. Theoretisch genommen ist deshalb ein hinlänglicher Schutz gegen Pilzauskeimungen nur dann vorhanden, wenn beide Blattseiten mit dem Zymizid bedeckt sind. In der Praxis ist es aber vielfach vollkommen unmöglich, dieser Anforderung zu entsprechen. Man muß sich damit begnügen, den am meisten exponierten Teil der Belaubung mit dem Schutzmittel zu versehen.

Eine ganz besondere Form von Fungiziden sind die mittelbar wirkenden. Sie sind dadurch gekennzeichnet, daß sie selbst mit dem Pilze gar nicht in Berührung kommen und daß es ihre Aufgabe nur ist, dem Schädiger die für ihn erforderlichen Lebensbedingungen zu entziehen. Ein solcher Fall liegt u. a. vor, wenn in Gewächshäusern durch Aufstellunng von Chlorcalciumschalen die Luftfeuchtigkeit auf einen für das Entstehen von Pilzverseuchungen ungünstigen Grad herabgesetzt wird.

Höhere Tiere als Pflanzenschädiger.

Die artenreiche Klasse der Wirbeltiere enthält unter den Säugetieren und Vögeln verschiedene Vertreter, welche bald regelmäßig bald nur vorübergehend Pflanzenbeschädigungen hervorrufen. Soweit es sich dabei um Tiere handelt, welche Gegenstand der Jagd oder sonstiger wirtschaftlicher Nutzung sind, kann eine Vertilgung derselben nicht in Frage kommen. Unter den hiernach verbleibenden kulturschädlichen Säugetieren sind es fast ausschließlich Angehörige der Nagetierfamilie, gegen welche ein Vernichtungskampf zu führen ist. Den Nagern ist die unterirdische, bodenständige Lebensweise, eine sehr starke Vermehrung, ein hoher Grad von Mißtrauen, sowie eine starke, unter Umständen sogar auf die eigenen Genossen ausgedehnte Gefräßigkeit eigentümlich. Die auf der Anwendung chemischer Stoffe beruhenden Bekämpfungsmaßnahmen müssen sich auf diese Eigen-

schaften gründen. Es werden deshalb entweder giftige Gase in die unterirdischen Baue eingebracht oder vergiftete Köder im Fraßbereiche der Nager ausgelegt. Zu der Vergiftung durch die Atmungsorgane wird gegenwärtig fast ausschließlich der Schwefelkohlenstoff benutzt. Daneben finden auch zuweilen Blausäuregas und Dämpfe von Nikotin oder salpeterhaltigen Mischungen Anwendung. Zur Vergiftung der Köder dient hauptsächlich Strychnin, kohlensaurer Baryt, Phosphor und billiges Arsensalz. Den Ködern haftet der Übelstand an, daß sie unter Umständen von Nutztieren aufgenommen werden können und daß die schädlichen Nagetiere bei ihrer feinen Witterung sie unberührt liegen lassen. Es empfiehlt sich deshalb Giftkleie, Giftbrot usw. niemals mit der unbedeckten Hand anzufassen und immer so auszulegen, daß sie zwar für die Nager, nicht aber für das Nutzvieh zugänglich sind.

Für die Vertilgung schädlicher Vogelarten eignen sich die chemischen Mittel nicht sonderlich. Den Grund hierfür bildet die große Beweglichkeit und Freizügigkeit der Vögel, ihre Scheu bezw. Gelehrigkeit, welche sie rasch gefahrbringende Futtermittel erkennen läßt, die Unbeständigkeit in der Art der Nahrungsaufnahme, welche je nachdem nicht nur vegetarisch, sondern auch animalisch ist und endlich die Tatsache, daß sich nützliche und schädliche Vogelarten im Rahmen derartiger Bekämpfungsmaßnahmen nicht auseinanderhalten lassen. Soweit chemische Mittel gegen Vögel überhaupt in Anwendung kommen, handelt es sich gewöhnlich nur um den Schutz aufgehender Saaten. Dieser Schutz wird durch Auslegung von vergifteten Samen oder durch Einhüllung der Saat in ein Abschreckungsmittel zu erreichen versucht. Für die Zwecke der Vergiftung wird gewöhnlich das Strychnin, für die der Abschreckung Mennige, Anilinfarbe oder eine scharfriechende Teersubstanz bevorzugt. Ein voller Erfolg ist von keinem dieser Mittel zu erhoffen. Bei der Behandlung des Saatgutes mit stark riechenden, gewöhnlich öligen Stoffen ist zudem große Vorsicht am Platze, damit eine Schwächung des Keimungsvermögens nicht eintritt.

Pflanzenbeschädigende Niedertiere.

Die niederen tierischen Pflanzenschädiger bestehen vorwiegend aus Insekten, neben welchen noch einige Milben- und Würmerarten, beide jedoch nur in beschränktem Umfange, in Frage kommen. Hinsichtlich ihres biologischen Verhaltens weisen die Kerbtiere sehr große Unterschiede auf, denen bei der Auswahl von Bekämpfungsmitteln Rechnung getragen werden muß. Verschieden sind die Art, der Ort, die Zeit der Verwandlung, die Dauer der einzelnen Stände, die Vermehrungstätigkeit, der Umfang des Fraßes, die jeweils schädlichen und die unschädlichen Entwicklungsstufen, die Art der Ernährung durch Fressen oder Saugen, die teils in, teils auf den Pflanzen, bald oberirdisch, bald unterirdisch, hier frei, dort in Gespinsten sich abspielende Lebensweise, die Liebhaberei für bestimmte Entwicklungszustände der Pflanze, die Stärke der Eiproduktion und die Art der Eiablagen, welche je nach dem einzelnen oder in Haufen erfolgt, die Tageszeit der Fraßtätigkeit u. a. m.

Die schwachen, zum Eingreifenlassen von chemischen Bekämpfungsmitteln geeigneten Punkte der Insekten treten klar zutage, wenn man sich das Insekt schematisch als eine vorn und hinten offene, seitwärts mit kleinen unter sich verbundenen Löchern versehene Röhre darstellt (Abb. 1). Die Innenwand b dieses Rohres vertritt die Stelle der Darmwandung, die Außenwand a die der Körperbedeckung, die seitlichen Löcher versinnbildlichen Stigmen und die Verbindungskanäle dieser Löcher das Tracheensystem c. Nachteilige Angriffe auf dieses schematisierte Insekt können erfolgen durch eine Einwirkung auf die als Körperdecke dienende Haut, die Darmwandung und die Atmungsorgane. Dementsprechend treten die insektiziden Bekämpfungsmittel in Tätigkeit entweder als Haut- (Ätzungs-) oder als Magen- (Darm- bezw. Verdauungs-) oder als Tracheen- (Atmungs-)gifte.

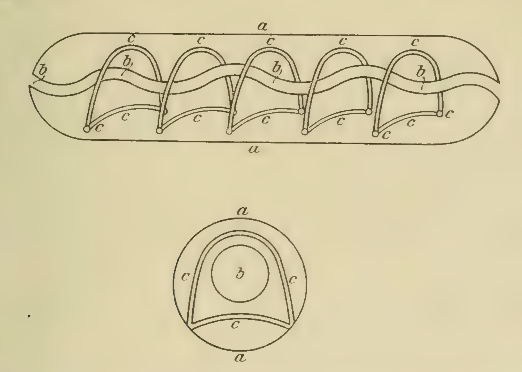


Abb. 1. Schematische Darstellung eines Insektes im Durchschnitt und in der Draufsicht.

Außerdem werden noch verschiedene chemische Stoffe — namentlich tierische, pflanzliche und mineralische Öle bezw. Fette — als Erstickungsmittel verwendet. In diesem Falle handelt es sich aber vielmehr um eine mechanische als um eine chemische Leistung, weshalb die Kennzeichnung dieser Mittel weiter unten erfolgt.

Die Wirksamkeit der Hautgifte (Ätzungsgifte) stützt sich darauf, daß in der äußeren Körperhaut der Insekten Organe eingebettet sind, deren Außertätigkeitssetzung den Tod des Lebewesens herbeiführt. Der Vorgang bildet ein Seitenstück zu den Hautverbrennungen am menschlichen Körper. Die Leistungen der Hautgifte können bestehen 1. in einer Irritierung, 2. in einer teilweisen oder gänzlichen Auflösung, 3. in einer Gerbung der Körperbedeckung und 4. in einer Entblößung der Körperhaut von ihren Schutzmitteln. Nicht ganz glücklich werden die Hautgifte auch als Kontaktgifte bezeichnet, denn streng genommen ist jedes chemische Bekämpfungsmittel ein durch Kontakt mit einem Organteil des Insektes zur Wirkung gelangender Stoff. Empfehlenswert erscheint es deshalb,

die hierher gehörigen Mittel als Haut- oder auch als Ätzungsgifte (Kaustika) von den übrigen abzuscheiden.

Nicht alle Insekten eignen sich zur Vertilgung durch Hautgifte. Starke Chitinisierung, der Aufenthalt im Innern von Pflanzenteilen (Minen, Gallen, Bohrgängen) oder in Schutzgehäusen (Sackträgerraupen) bieten einen hinlänglichen Schutz gegen Angriffe auf die äußere Körperbedeckung. Dahingegen sind die im Erdboden lebenden Entwicklungsstadien nicht vollkommen gegen die Einwirkungen von ätzenden Mitteln sichergestellt, ebensowenig von Gespinsten umgebene stark behaarte oder mit Schleim bedeckte Insekten. Im letzteren Falle ist nur nötig, den Widerstand, welchen das Haarkleid oder das Gespinst der Benetzung mit dem Hautgifte entgegensetzt, durch Beimischung eines geeigneten Hilfsstoffes, gewöhnlich Spiritus oder Seife, zu beseitigen. Am besten geeignet zur Behandlung mit ätzenden Stoffen sind weichhäutige und gar nicht oder nur schwach behaarte, oberirdisch freilebende, dabei aber langsam bewegliche Larven von Käfern, Wespen, Schmetterlingen, Schnabel- und Kaukerfen. Beispiele hierfür sind die Larven vom Spargelhähnchen (Lema asparagi, L. 12-punctata) und von der Kirschblattsägewespe (Eriocampa adumbrata), die Kohlraupe (Pieris brassicae), die Blattläuse und die Larven der Heuschrecken. Da jeder einzelne Schädiger von dem Mittel getroffen werden muß, also eine Übertragung des letzteren von Insekt zu Insekt nicht erfolgt, werden Ätzungsgifte zweckmäßigerweise nur dort in Anwendung gebracht, wo Ansammlungen größerer Mengen von Schädigern auf einen beschränktem Raume vorhanden sind. Gänzlich ausgeschlossen ist die Verwendung von Hautgiften gegenüber Insekten mit lebhaftem Flugvermögen.

Die hauptsächlichsten Ätzungsgifte sind Alkalien, Alkaloide und Salze mit alkalischen Eigenschaften, also Ätzkali, Natronlauge, Ätzkalk, Quassia, Nikotin, Soda u. a. In reinem, unverdünntem Zustande würden diese Mittel Pflanzenbeschädigungen hervorrufen, weshalb eine Milderung der ätzenden Eigenschaften vorgenommen werden muß. Das geschieht entweder durch hinlängliche Verdünnung oder durch Abstumpfung mit Säuren.

Die Verdauungs-, Darm- oder Magengifte gelangen dadurch zur Wirkung, daß sie zugleich mit der Nahrung in den Verdauungstraktus eingeführt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Insekten nicht bloß Nahrungsstoffe aufnehmen, sondern auch häufig Liebhaber von Näschereien sind. Im Gegensatz zu den eben besprochenen Hautgiften brauchen die Darmgifte nicht auf die Schädiger selbst verspritzt zu werden, ihre Verwendung erfolgt vielmehr durch Vergiftung der Futterstoffe. In der Mehrzahl der Fälle nähren sich die Insekten von grüner Pflanzenmasse, eine kleinere Anzahl frißt tote Pflanzensubstanz, wie Samen, Kleie, ja sogar Mist. Endlich ernähren sich viele Insekten auch von tierischer Kost, z. B. auch von anderen Insekten. Für den Pflanzenpathologen hat letztgenannte Ernährungsweise nur insofern Interesse, als die Darmgifte auch zur Vernichtung nützlicher Kerbtiere führen können.

Als Darmgift steht an der Spitze das Arsen, dessen Anwendung namentlich in den Vereinigten Staaten in dem Kampfe gegen die Raupe des Apfelwicklers

(Carpocapsa pomonella) sowie gegen obstschädigende Rüsselkäfer (Conotrachelus usw.) eine große Rolle spielt. In Europa hat sich die Verwendung von Arsenbrühen bislang nicht recht einzubürgern vermocht und zwar wegen der hohen Giftigkeit aller Arsenverbindungen. In Frankreich namentlich ist von ärztlicher Seite scharfer Einspruch gegen die Bespritzung der vom Heu- und Sauerwurm gefährdeten Weinstöcke bezw. Trauben mit Arsenbrühe erhoben worden. Auch in Deutschland stehen die beteiligten Kreise dieser Art von Bekämpfungsmitteln wenig freundlich gegenüber. Als Ersatz wird empfohlen, das für den Menschen fast ungiftige Chlorbaryum, ferner das Baryumkarbonat und die Brühe von Nießwurz. Auch das Nikotin besitzt darmgiftige Eigenschaften.

Ein Erfolg ist von den Darmgiften zu erwarten gegenüber allen denjenigen Niedertieren, welche fressende bezw. kauende oder leckende, jedenfalls aber nicht stechend saugende Mundwerkzeuge besitzen und als Nahrung Pflanzensubstanz oder Köder aufnehmen, welche mit dem Magengift überkleidet bezw. durcheinandergemischt werden können. Bewohner von Gallen, Blattminen, Früchten sind im allgemeinen keine für die Behandlung mit Verdauungsgiften geeigneten Objekte. Gewöhnlich bieten derartige Schädiger nur während weniger Augenblicke Gelegenheit, sie durch ein Magengift zu vernichten, nämlich nur solange, als sie sich unter Durchfressung der vergifteten Blattepidermis oder Fruchthülle in das Innere der Blätter oder Früchte einzubohren versuchen. Die Raupe des Apfelwicklers (Carpocapsa) bildet ein gutes Beispiel hierfür, welches zugleich beweist, daß unter bestimmten Voraussetzungen mit den Darmgiften trotz der Kürze der für die Erzielung der gewünschten Wirkung zur Verfügung stehenden Zeit sehr gute Erfolge erzielt werden können. Insekten mit stechendsaugendem Mundwerk, wie sie die Blattläuse und ihre Verwandten besitzen, eignen sich nicht zur Bekämpfung mit Verdauungsgiften, da sie ihre Nahrung aus den inneren, giftfreien Geweben ihres Wirtes entnehmen. Es ist allerdings versucht worden, auch derartigen Schädigern durch Vergiftung ihrer Nahrung beizukommen und zwar in der Weise, daß durch die Wurzeln ein Gift in die Zellsäfte geleitet wurde. Bisher ist dieses Verfahren aber über einige zweifelhafte Erfolge nicht hinausgekommen. Es darf bis auf weiteres angenommen werden, daß eine Vergiftung des Zellsaftes, welche hinreichend wäre, um das diesen Zellsaft zu sich nehmende Insekt zu töten, auch für das Zellplasma verhängnisvoll werden muß. Dahingegen eignen sich Insekten mit leckendem Mundwerkzeuge, wie Schmetterlinge und die Brachyceren-Fliegen sehr wohl zur Vernichtung durch Magengifte. Es ist nur nötig, in solchen Fällen ihnen eine vergiftete Lösung darzubieten. Als Beispiel möge das von de Cilli und Berlese empfohlene Mittel zur Vertilgung der Ölbaumfliege (Dacus oleae) dienen.

Einen besonderen Vorteil gegenüber den anderen Vertilgungsmitteln besitzen die Magengiftbrühen dadurch, daß sie ohne Rücksicht auf das Vorhandensein der Insekten, gewissermaßen auf Vorrat, in Anwendung gebracht, d. h. auf die Pflanzen gespritzt oder als Köder zwischen die Pflanzen ausgelegt werden können. Den Ködern wird gewöhnlich ein Süßstoff oder ein sonstig geeignetes Lockmittel beigegeben. Die Darmgifte haben andererseits einen erheblichen Nachteil, welcher

in ihrer Gefährlichkeit gegenüber Mensch und Weidevieh besteht. Sie werden deshalb auch in erster Linie gegen Insekten auf Bäumen und strauchartigen Gewächsen sowie von solchen Feldfrüchten angewendet, welche vom Nutzvieh oder Wild nicht gefressen werden bezw. aus irgend einem Grunde nicht gefressen werden können. Unerläßliche Voraussetzung für eine befriedigende Wirkung ist es, daß die Giftbrühe längere Zeit auf den Pflanzen haften bleibt. Sie muß also eine große Klebkraft besitzen. Bestimmte Mittel verfügen über ein hohes Maß eigenen Haftvermögens, andere werden dagegen so schnell vom Regen oder Tau fortgewaschen, daß sie eines besonderen Zusatzes zur Verhütung dieses Übelstandes bedürfen. Gewöhnlich werden für diesen Zweck in erster Linie Verseifungen von Harzen, Stärkekleister, essigsaure Tonerde und Kalk verwendet. Bei der Auswahl dieser Zusätze muß jedoch immer im Auge behalten werden, daß durch das Zusatzmittel eine Zersetzung der Brühe nicht hervorgerufen werden darf.

In neuerer Zeit mehren sich die Stimmen, welche die Ansicht vertreten, daß die fortgesetzte Behandlung von bodenständigen Pflanzen (beispielsweise von Apfelbäumen) mit Arsensalz notgedrungen im Laufe der Jahre eine solche Anhäufung des letzteren im Boden hervorrufen muß, daß schließlich eine Vergiftungsgefahr für die Pflanze entsteht. Die Untersuchung über die Berechtigung dieser Befürchtung sind vorläufig noch zu keinem endgültigen Abschlusse gelangt, sie lassen aber jetzt schon erkennen, daß derartige Pflanzenvergiftungen in das Bereich der Möglichkeit gehören.

Ein großer Vorzug der Darmgiftbrühen ist ihre Billigkeit. Sie beruht darauf, daß schon geringe Mengen der Grundsubstanz hinreichen, um die erwartete Wirkung hervorzurufen.

Nicht immer tritt nach Aufnahme eines Magengiftes sofort der Tod des Insektes ein. Es sind vielmehr Fälle bekannt, in denen die erwartete Wirkung sich erst nach 24 und mehr Stunden einstellte.

Atmungs- oder Tracheengifte. Die Tracheengifte stützen ihre Wirkung auf die bekannte Tatsache, daß der Eintritt giftiger Gase in die Luftwege den Stillstand der Atmungstätigkeit herbeiführt. Es ist deshalb erlaubt, von Atmungsgiften und da der Tod bringende Vorgang sich im Tracheensystem abspielt, auch von Tracheengiften zu sprechen. In der Natur der Dinge liegt es, daß jedwedes Insekt der Einwirkung von Atmungsgiften unterworfen ist, bezw. ihnen ausgesetzt werden kann. Eine Beschränkung erfährt die Verwendbarkeit der letzteren aber dadurch, daß die Gase nur im abgeschlossenen Raume den ihnen gegebenen Wirkungswert beibehalten. Mit anderen Worten, die Anwendungsmöglichkeit bleibt bei den Tracheengiften auf umgrenzte abgeschlossene Räume beschränkt. Der Erdboden, Bohrgänge in Baumstämmen, die natürlichen Hohlräume in den Stengeln krautiger Pflanzen, Gewächshäuser sind als geschlossene Räume im vorliegenden Sinne zu betrachten. Um die Nutzbarmachung der Tracheengifte aber noch zu steigern, hat man zu dem Hilfsmittel gegriffen, über unbewegliche Pflanzen einen bewegbaren abgeschlossenen Raum in Form einer zeltartigen Vorrichtung zu stülpen und bewegbare Pflanzen und Pflanzenteile in einen luftdicht

verschließbaren Raum zu bringen und hier mitsamt den schädlichen Insekten den giftigen Gasen auszusetzen. Hieraus geht hervor, daß die Behandlung mit Tracheengiften ungeeignet ist für die Mehrzahl der raschbeweglichen Insekten und daß sie hauptsächlich für solche Schädiger in Betracht kommt, welche wie die Schildlaus, die Käfer im Bohnensamen, die graue Raupe (Agrotis) im Erdboden, die Cossus-Raupe im Baumstamm in ihrer Bewegungsfreiheit beschränkt sind.

Ein wesentlicher Vorzug der Tracheengifte ist einmal die große Einfachheit in ihrer Anwendung und sodann ihre Fernwirkung. Die Gase besitzen im Gegensatz zu den Pulvern, Brühen und Ködern gewissermaßen eigenes Bewegungsvermögen, denn je nach ihrem spezifischen Gewichte steigen sie von ihrem Entstehungsort in höhere oder in tiefere Luftschichten und verbreiten sich dergestalt selbsttätig. So genügt es, den Schwefelkohlenstoff, der zur Vernichtung der Rebläuse dienen soll, in ganz geringe Bodentiefen zu bringen. Sein Gas, welches spezifisch schwerer als die Luft ist, dringt dann ganz von allein in den Bereich der mit Läusen besetzten Wurzeln des Rebstockes vor. Diesem erwünschten Verhalten der Gase stehen auch einige Schattenseiten gegenüber, welche namentlich darin zu suchen sind, daß dieselben auch den Pflanzen und den mit der Ausführung der Bekämpfungsarbeiten beauftragten Arbeitern verhängnisvoll werden können. Einige der als Tracheengift Verwendung findenden Stoffe sind leicht entzündlich.

Die wichtigsten Atmungsgifte sind die Blausäure und der Schwefelkohlenstoff, von denen die erstere ausgedehnte Verwendung, im besonderen zur Schildlausbekämpfung auf Obstbäumen, in den Vereinigten Staaten, der letztere zur Reblausvertilgung findet. In geringerem Umfange werden außerdem die schweflige Säure, die Kohlensäure, der Schwefelwasserstoff, das Acetylengas, das Acetylentetrachlorid, der Chlorschwefel, Phosphorwasserstoff, Dämpfe von Nikotin, Salpeter usw. herangezogen.

In bestimmten Fällen ist mit den Tracheengiften ein ausreichender Erfolg nur dann zu erzielen, wenn sie langsam und anhaltend wirken können. Eine dementsprechende Verlängerung der Gaswirkung läßt sich erreichen 1. durch die Vornahme des Vergiftungsprozesses bei niederer Temperatur, wie sie im Winter und während der Nächte zur Verfügung steht; 2. durch die Beimengung neutraler Stoffe zu der für die Gasabgabe verwendeten Substanz, wie z. B. Vaseline, Sägespäne; 3. durch Zugrundelegung von Verbindungsformen, aus welchen sich das gewünschte Gas nur langsam entwickelt, wie z. B. xanthogensaures Kali als Träger einer langsamen Schwefelkohlenstoffentbindung.

Chemische Mittel zur Verhütung bezw. Heilung anorganischer Krankheiten.

Der unter Zuhilfenahme von chemischen Stoffen geführte Kampf gegen Pflanzenkrankheiten richtet sich nicht allein gegen schadenbringende Lebewesen, sondern auch gegen Erkrankungen, deren Urheber der unbelebten Welt angehört. Im großen und ganzen ist auf diesem Gebiete aber noch wenig Brauchbares geleistet worden. Abgesehen von der Chloroseheilung durch Eisensulfat und von

der Frostverhütung durch Bespritzen der Pflanzen mit einem die Luftfeuchtigkeit aufsaugenden chemischen Stoffe liegen keine weiteren hierher zu stellenden Bekämpfungsmittel vor.

Vereinigte (kombinierte) Bekämpfungsmittel.

Die mit der Verteilung eines Bekämpfungsmittels über die Pflanzen verbundene Arbeit erfordert einen nicht unerheblichen Kostenaufwand. Deshalb ist, sofern auf der nämlichen Pflanze gleichzeitig zwei verschiedene mit verschiedenartigen Bekämpfungsmitteln zu behandelnde Krankheitserreger vorhanden oder zu erwarten sind, der Versuch unternommen worden, die Bekämpfung der beiden Schädiger durch ein gemeinsames Verfahren erfolgen zu lassen. Der für diesen Zweck gefundene Ausweg ist die Vereinigung (Kombination) zweier Bekämpfungsmittel zu einem einzigen. Besonders vorteilhaft ist die Übertragung insektizider Eigenschaften auf fungizide Mittel. Der gegebene Weg hierzu würde die Mischung eines Fungizides mit einem Insektizid sein. Dieser Weg ist aber nicht immer gangbar, denn Voraussetzung für die Mischungsmöglichkeit ist, daß durch die Vereinigung der beiden Mittel nicht etwa eines derselben irgendwie unwirksam gemacht wird. Kupfervitriolbrühen lassen sich nicht ohne weiteres mit Fett oder ölhaltigen Mitteln zu einer einheitlichen in ihrem Wirkungswerte ungeschwächten Brühe vereinigen. Ob es zulässig ist, zwei Mittel zu mischen, hängt wesentlich ab von ihrer Reaktion und von den chemischen Umsetzungen, welche sich in der Mischung abspielen. Eine einwandfreie Verbindung von Fungizid und Insektizid stellt die Mischung von Kupferkalk- mit Arsensalzbrühe dar.

Das innere Heilverfahren.

Als Nachteil der „äußeren Heilverfahren“ ist bezeichnet worden, daß sie wohl die parasitären Lebewesen von der Pflanze entfernen, andererseits aber ungeeignet sind, dauernd die Pflanzen gegen erneute Angriffe des krankheitserregenden Einflusses zu schützen. Es ist versucht worden, diesem Mangel durch die sogenannte „innere Behandlung“ abzuhelfen. Das Wesen der letzteren besteht in der Einführung von löslichen chemischen Stoffen in die Zellgewebe der mit Parasiten oder einer physiologischen Krankheit behafteten Pflanze. Bei der inneren Heilung kann es sich handeln um die Verwendung von pilz- bezw. insektentötenden Mitteln oder von Nährlösungen.

Durch die Änderung der Zellsaftbeschaffenheit soll die Grundlage für das weitere Bestehen der Krankheitsursache beseitigt werden. Die Einführung des inneren Heilmittels in die Pflanze erfolgt entweder durch die Wurzeln oder durch die oberirdischen Teile direkt in die Leitungsbahnen. Im ersteren Falle ist der chemische Stoff einfach nach Art eines Düngers in den Boden zu bringen. Eines der ältesten Beispiele für dieses Verfahren hat Julius Sachs (Arb. Würzburg Bd. 3, S. 433) geliefert, indem er zeigte, daß in einem gegebenen Falle sowohl krautige wie verholzte chlorotische Pflanzen durch Begießen des Bodens mit sehr

verdünnter Eisenchlorid- oder Eisenvitriollösung (1—3 ‰) wieder in den Zustand normaler Ergrünung zurückgeführt werden können. Verschiedene Forscher, wie Angelo, Pichi, Mokrschetzki haben daraufhin mit anderen chemischen Stoffen ebenfalls den Versuch unternommen, die Zellsäfte durch Wurzeldüngung so umzugestalten, daß saugende Insekten dadurch von Stamm, Blättern und Früchten vertrieben werden sollten. Greifbare Erfolge sind hierbei aber noch nicht erzielt worden, obwohl gerade bei den stechendsaugenden Pflanzenschädigern die Wahrnehmung gemacht wird, daß sie sehr empfindlich gegen Veränderungen in der Zellsaftbeschaffenheit ihres Wirtes sind. Immerhin bleibt die Hoffnung bestehen, daß sich der von Sachs vorgezeichnete Weg doch noch einmal in größerem Umfange als nutzbringend für die Pflanzentherapie erweisen wird.

Versuche zur Einführung von Heilmitteln in die oberirdischen Teile der Pflanze, also unter Umgehung der Wurzel, haben in neuerer Zeit Perosino, Schewüreff und Mokrschetzki unternommen. Durch künstlich hergestellte Löcher hindurch lassen sie eine Lösung des Heilmittels unter schwachem Druck und unter Ausschluß des Zutrittes von Luft in die Kambialgewebe des Stammes einfließen. Von Erfolg begleitet waren bisher nur die Einführungen schwacher Eisenvitriollösungen. Es ist den Genannten auf diesem Wege gelungen, binnen drei Wochen chlorotische Obstbäume zu heilen. Gleichzeitig soll die Tätigkeit von saugenden Parasiten, wie Diaspis fallax und Lepidosaphes ulmi zum Stillstand gekommen sein, namentlich auch insofern als auf den nach der Eisenvitrioleinführung neu gebildeten Trieben eine Ansiedlung von Läusen nicht mehr stattgefunden hat. Auch Fusicladium und die Gummose sollen in ihrer weiteren Ausbreitung gehindert worden sein. Versuche, das Kupfervitriol, Cyankalium und Arsenik in gleichem Sinne zu verwenden, haben bislang kein brauchbares Ergebnis geliefert, so daß sich das Verfahren der inneren Behandlung zurzeit also noch einzig auf die Zuführung von Eisenvitriol beschränkt.

Die chemischen Bekämpfungsmittel im besonderen.

I. Grundstoffe tierischer Herkunft.

Fischöl, Walfischöl.

Sowohl das scharfriechende Fischöl, welches an der Westküste der Vereinigten Staaten durch Ausschmelzen der dort sehr gemeinen Heringsart Clupeus menhadden gewonnen wird, wie das aus dem Speck der Walfische hergestellte Walfischöl finden in Nordamerka als Erstickungsmittel namentlich gegen Schnabelkerfe Benutzung. Die Verwendung im reinen unverdünnten Zustande begegnet wegen der Zähflüssigkeit beider Stoffe wie auch wegen ihres erheblichen Preises technischen Schwierigkeiten. Durch Verseifung der Öle werden letztere überwunden. Gleichzeitig wird die Wirkung durch die bei der Verseifung zurückbleibenden Reste von Natronlauge verstärkt. Die Fischölseife bildet in den Vereinigten Staaten einen ganz gewöhnlichen, überall erhältlichen Gegenstand des Kleinhandels. Gewisse Marken werden für die besonderen Zwecke der Schädlingsbekämpfung empfohlen, z. B. Goulds Walfischölseife.

Einfache Fischölseife.

Die nachstehende Vorschrift zur Selbstbereitung von Fischölseife wurde von Koebele (I. L. 6. 14) mitgeteilt:

Vorschrift (1):	Fischöl	19 l
	Kalilauge	6 kg
	Weiches Wasser . .	100 l

Herstellung: Die Lauge mit dem Wasser verdünnen und zum Sieden bringen. In diese Flüssigkeit das Fischöl schütten und 2 Stunden lang verkochen. Das verdunstete Wasser gelegentlich ersetzen.

Verwendung: Ein Teil dieser Seife ist mit 50 Teilen Wasser zu verdünnen.

Koebele bezeichnet diese Brühe aus Fischölseife als das beste Mittel gegen Aphiden, z. B. Phorodon. Webster (Bull. 111. Jowa) bekämpfte Empoasca mali mit gutem Erfolg durch Eintauchen der Blattkräuselungen (Apfelbaum) in 1,5 und 2% Fischölseifenlösung. Durch eine 4prozent. Lösung

befreiten Blake und Farley (30. Jahresber. Neu-Jersey) Pfirsichbäume von Wurzelläusen ohne Schädigung für die Wurzeln.

Das Jahrbuch 1895 des Ackerbauministeriums der Vereinigten Staaten empfiehlt eine Mischung von 6 kg Fischölseife mit 100 l Wasser für alle weichhäutigen Schädiger überhaupt, namentlich gegen Pflanzenläuse.

Eingehende Untersuchungen über das Verhalten von Schildläusen gegen die Seifenbehandlung hat Marlatt angestellt (I. L. 7. 293. 369—371). Er fand, daß eine Auflösung von 18 kg Walfischtranseife in 100 l Wasser 90% der von dem Mittel getroffenen Schildläuse, Aspidiotus perniciosus Comst., tötete und sonach als ganz brauchbar bezeichnet werden darf. Die geeignetste Zeit für die Anwendung desselben sind die Monate Oktober bis Januar. Für die Pflanze scheint die Fischölseifenbrühe an und für sich nicht schädlich zu sein, denn selbst die sehr empfindlichen Pfirsichbäume trugen nach der Behandlung volles Laub. Dahingegen blieb allerdings der Fruchtansatz vollkommen aus.

Weniger gut wirkte selbst bereitete Fischölseife gegen die bedeckten Lausarten. So töteten

18 kg Fischölseife in 100 l Wasser gelöst nur	50%	der Schildläuse
12 „ „ „ „ „ „ „ „	20%	„ „
6 „ „ „ „ „ „ „ „	20%	„ „

Eine Wiederholung des Versuches ergab:

18 kg Fischölseife in 100 l Wasser	75%	tote Schildläuse
12 „ „ „ „ „ „	20%	„ „
6 „ „ „ „ „ „	über 50%	lebende Schildläuse.

Forbes (Bull. 107. Illinois) prüfte die Leistungen einer 24prozent. Lösung gegenüber Aspidiotus perniciosus bei winterlicher Anwendung und fand, daß sie in ihrer Wirkung an die Kalifornische Brühe (Schwefelkalkbrühe mit Kochsalzzusatz) heranreichte, indessen doch nicht sämtliche San Joseläuse vernichtete. Zudem ist der Preis einer derartig hochgradigen Fischölseifenbrühe 8 mal so teuer, wie derjenige der Schwefelkalkbrühe. Es kann aus diesen Gründen die einfache Fischölseifenlösung als Schildlausbekämpfungsmittel nicht in Frage kommen.

Verstärkte Fischölseifenbrühen.

Es ist mehrfach der Versuch unternommen worden, die Wirkung der dünneren Brühen durch einen weiteren billigen Zusatz zu steigern. Im allgemeinen leidet der Wert dieser verstärkten Fischölseifenbrühen unter der für den Praktiker störenden Umständlichkeit ihrer Zubereitung. Gegen die Raupen von Pyralis am Weinstock wurde in Frankreich nachstehende Mischung empfohlen:

Vorschrift (2):	a) Fischöl, gewöhnliches . .	1,5 l
	Schwefelkohlenstoff . . .	10 l
	b) Ätzkali	100 g
	Wasser	10 l
	c) Wasser	80 l

Herstellung: Ätzkali in Wasser lösen, Abklären lassen, Klares abziehen und zu a) hinzufügen, gut mischen, durch c) auf 100 l Brühe ergänzen.

Die Mischung muß das Aussehen von Milch besitzen.

Lefroy (Ztschr. Landw. u. Handelsgesellschaft Britisch Honduras **1903**) suchte eine Steigerung der Wirkung noch dadurch zu erzielen, daß er auf je 5 kg Fischölseife 2,5 l rohes Barbadosöl und 100 g Naphthalin hinzusetzte. Koebele (a. a. O.) empfahl seiner Fischölseifenbrühe (Vorschrift 1) auf je 100 l noch eine starke Abkochung von 6 kg Tabakrippen beizufügen. Diese Brühe verdünnte er vor dem Gebrauche mit der 80fachen Menge Wasser. Gegenwärtig würde es jedenfalls zweckmäßiger sein, geeichtes Nikotin (s. weiter unten) hierfür zu verwenden.

Vorläufig haftet allen Seifen der Übelstand an, daß sie keine feststehende Zusammensetzung besitzen. Hieraus erklärt sich auch, weshalb die mit ihnen erzielten Ergebnisse so erheblich voneinander abweichen. Für die Fischölseife suchten Slyke und Urner (Bull. 257. Geneva. N.-Y.) diese Unsicherheiten zu beseitigen. Bei einer Untersuchung von neun Fischölseifen des Handels fanden sie nachstehende Gehaltsabweichungen:

Wasser	11,15—54,85%
wasserfreie, gebundene Fettsäure . .	8,05—50,84%
freie Fettsäuren	0,00—17,20%
verseiftes Natron	1,89—11,16%
verseiftes Kali	0,00— 7,07%
freies Alkali	0,00— 1,30%
Harz	0,00—33,17%

Die Übelstände, welche eine derartig schwankende Zusammensetzung der Seifen mit sich bringt, lassen sich nur auf zwei Weisen beseitigen: durch den Vorversuch und die Selbstanfertigung der Seife. Bestimmend für die Einwirkungen der Seife auf die grünen Pflanzenteile ist ihr Gehalt an freiem Alkali. Um auch hierüber näheren Aufschluß zu erhalten, stellten Slyke und Unger Seifen mit verschiedenen Mengen von freiem Alkali her und ermittelten dann für eine Auflösung von 1700 g dieser Seifen in 100 l Wasser mit

0,75—5%	freies Alkali:	keine Beschädigungen am Laub vom Apfel-, Birnen- und Pflaumenbaum, sowie an Johannisbeere.
10%	„ „	keine oder teilweise leichte Beschädigungen.
20%	„ „	leichte, sowie schwere Beschädigungen, welche bei Pflaume und Kirsche gelegentlich auch vollkommen ausbleiben.
50%	„ „	sehr schwere Blattbeschädigungen.

Auf Grund dieser Versuche empfehlen sie dann die Fischölseife in der folgenden Weise herzustellen:

Vorschrift (3):	Ätzsoda	1,4 kg
	Fischöl	5,5 „
	Wasser	3,1 l

In dieser 10 kg Seife liefernden Mischung sind enthalten:

Wasser	24,91%
Fischölverseifung	61,57%
freies Alkali	0,74%

Eine Auflösung von 1700 g dieser Seife in 100 l Wasser tötete die Weidenblattlaus (Lachnus salicicola) in befriedigender Weise.

Fettseifen.

In Europa haben sich an Stelle der Fischölseifen die Fettseifen in Form von Natron- (Hart-) seife und Kali- (Schmier-) seife eingebürgert. Auch für sie besteht die Unzuträglichkeit, daß sie nicht konstant in ihrer Zusammensetzung sind. Es erscheint deshalb dringend erwünscht, daß die zur Bereitung von Pflanzenbekämpfungsmittel benötigten „Pflanzenseifen" mit einem einheitlichen Gehalt an Fettsäure und Ätzalkali in gebundener sowie freier Form hergestellt werden. Als Rohmaterial finden die verschiedensten Formen von Tierfett, wie Talg, Schweinefett, Hammelfett Verwendung.

Namentlich die Schmierseifen sind sehr unbeständig in ihrer Zusammensetzung, woraus sich erklärt, daß mitunter nach Anwendung von Schmierseifenbrühen Laubverbrennungen aufgetreten sind. Für die Zukunft wird die Forderung zu erheben ein, daß bei Versuchen mit Schmierseifenbrühen entweder Normalseife oder eine Seife, deren Gehalt an wirksamen Bestandteilen ermittelt worden ist, zur Verwendung gelangt.

Wenn nachstehend einige der mit Hart- bezw. Schmierseifenbrühen gemachten Erfahrungen mitgeteilt werden, so ist zugleich darauf hinzuweisen, daß die dabei verwendeten Seifen größtenteils den eben aufgestellten Forderungen noch nicht Rechnung getragen haben.

Hartseife:

Webster (Bull. 111. Jowa) erhielt beim Eintauchen der mit Empoasca mali besetzten Apfelzweigkräuselungen in 1- und 1,20prozent. Hartseifenlösung günstige Ergebnisse. Nach Hollrung (L. J. **1899** Bd. 28) schadet eine 3prozent. Lösung von Oranienburger Kernseife selbst zarten Blättern nicht.

Gewöhnliche harte Waschseife wurde von Marlatt (I. L. 7. 369. 293) auf Aspidiotus perniciosus Comst. angewendet. Das Ergebnis war:

24 kg in 100 l Wasser mehr als 97% getötet. Baum unverletzt aber ohne Blüten.

18 kg in 100 l Wasser mindestens 95% getötet. Baum unverletzt aber ohne Blüten.

12 kg in 100 l Wasser 90% getötet. Baum unverletzt und mit Früchten
6 „ „ „ „ „ 20% „ „ „ „ „ „
3 „ „ „ „ „ 10% „ „ „ „ „ „

Sonach stellt harte Waschseife zwar kein allen Ansprüchen genügendes Vertilgungsmittel für Schildläuse dar, immerhin scheint dieselbe doch eines Versuches wert zu sein. Geeignetste Zeit für ihre Anwendung sind die Tage bald nach dem Laubfall und kurz vor Eintritt der Blüte.

Folgende Mischung bildet nach den Angaben der Kanadischen Regierung (I. L. 7. 265) ein ganz geeignetes Mittel zur Säuberung der Baumschulen-Pflänzlinge von dem anhaftenden Ungeziefer:

Vorschrift (4):	Harte Seife . . .	2 kg
	Konzentrierte Lauge .	2 „
	Wasser	100 l

Überwinternde Eier von Aphis pomi, A. cornifoliae, Chaitophorus negundinis, Melanoxantherium smithiae vermochte Gillette (J. e. Ent. **1910**. 207) durch dreimaliges Eintauchen in 12 prozent. Seifenlösung zu vernichten.

Schmierseife:

Nach Del Guercio (St. sp. 26. 501) leistet eine Auflösung von 3 kg weicher Seife in 100 l Wasser „recht vorzügliche Dienste" gegen den Traubenwickler (Eudemis, Conchylis).

Auch Passerini (B. O. 19. 205) hat eine 2prozent. Brühe von weicher Seife wiederholt mit Vorteil gegen Conchylis angewendet. Er hält es für ratsam, die Lösung bereits am Tage vor ihrer Ingebrauchnahme mit weichem Wasser anzusetzen. Kulisch (Jahresber. Kolmar **1909/1910**. 55) behandelte Hopfenpflanzen mit 1,5-, 3- und 4,5prozent. Schmierseifenlösungen und stellte dabei fest, daß die Blattlaus durch diese Brühen vernichtet wird, daß aber die Brühen von mehr als 2 % Schmierseifegehalt Blattbeschädigungen hervorrufen. Von Fuhr (Weinbau u. Weinhandel **1910**. 275) wurde eine 3prozent. Schmierseifenlösung für das beste Mittel gegen den Sauerwurm erklärt und Hollrung (L. J. **1899**. 28) bemerkte nach der Behandlung von jungen Rebenblättern mit einer Brühe von gleicher Stärke keinerlei Beschädigungen des Laubes. Überwinternde Chermes, sowie Chionaspis evonymi erliegen nach Mac Dougall (J. B. A. 16. **1909**. 441) einer 12prozent. Schmierseifenbrühe.

Im allgemeinen dürfte es sich empfehlen, für belaubte Pflanzen Brühen mit 2,5 % der käuflichen Schmierseife zu verwenden, zu größerer Sicherheit aber vor der Verspritzung eine Vorprüfung mit jüngerem Laub zu veranstalten. Der Ausfall derselben muß zeigen, ob die Brühe noch verstärkt werden darf.

Verstärkte Fettseifenbrühen:

Auch bei den Fettseifen ist versucht worden, die Wirkung durch Zusätze von anderweitigen pilz- oder insektentötenden Stoffen zu erhöhen. Am besten eignet sich für diesen Zweck die halbflüssige Schmierseife, weil sie sich verhältnismäßig leicht auf mechanischem Wege mit derartigen Beigaben vermischen läßt. Empfohlen wurden als Verstärker Nikotin, Insektenpulver, Schwefelkalium, Petroleum, schweres Öl, Karbolsäure, Kupfersalze, Sulfosteatit u. a. Vielfach nimmt die Seife in derartigen Bekämpfungsmitteln die Rolle eines Hilfsstoffes an. Den Wert eines Grundstoffes hat sie in nachstehenden Brühen behalten.

Vorschrift (5):	Schmierseife	3 kg
	Karbolsäure	1 „
	Wasser	100 l
Vorschrift (6):	Schmierseife	3 kg
(Dufoursches Mittel)	Insektenpulver . . .	1 „
	Wasser	100 l

Vorschrift (7):	Schmierseife	3 kg
	Terpentinöl	2 l
	Wasser	100 „

Amerikanische Landwirte (I. L. 1. 345) bedienten sich u. a. auch des Schweinespeckes zur Herstellung von „Insektenseife".

Vorschrift (8):	1. Speck	12 kg
	Pottasche	12 „
	Wasser	100 l
	2. Gebrannter Kalk .	5 kg
	Wasser	100 l

Herstellung: Pottasche und Speck in 100 l Wasser verkochen, Fettkalk in 100 l Wasser aufrühren, die Kalkmilch zum Sieden bringen und dann der kochenden Speckseifenbrühe zusetzen.

Verwendung: Das eine unbegrenzte Haltbarkeit besitzende Gemisch ist vor dem Gebrauch mit der doppelten Menge heißen Wassers zu verdünnen. Mit der noch heißen Brühe sind Stamm und starke Zweige abzubürsten.

Durch die Speckseife werden namentlich Rindenläuse auf Apfel- und Birnbäumen, sowie Borkenkäfer vernichtet. Bäume, welche von Jugend auf mit dem Mittel behandelt werden, behalten eine glatte Rinde.

In der sogenannten Fuhrmannschen Mischung sind nach einer Angabe von Börner (Fl. B. A. Nr. 33) ein Teil Pferdefett, ein Teil Schmierseife und 3 Teile vergällter Spiritus enthalten. Welche besonderen Vorzüge gerade das Pferdefett gegenüber anderen Fetten und Ölen besitzt, geht aus der Mitteilung nicht hervor.

Das Geheimmittel Phytophilin besteht nach Schuit (A. S. N.-I. **1900**. 202) der Hauptsache nach aus Schmierseife. In Lösungen von 1:50 vermochte es bei zweistündiger Einwirkung die auf Ananasstecklingen, haftenden Keime von Thielavia nicht zu vernichten, ein Ergebnis, welches nicht sonderlich überraschen kann.

Stinkendes Tieröl.

(Knochenöl, Hirschhornöl, Dippelsöl.)

Das stinkende Tieröl entsteht bei der trockenen Destillation stickstoffhaltiger tierischer Substanzen, besonders der Knochen. Es stellt eine dunkelbraune bis schwarze, dickflüssige, mit einem durchdringenden widerlichen Geruche versehene Flüssigkeit dar, welche leichter als Wasser ist, sich in ihm nur wenig löst, alkalische Reaktion besitzt und sich mit Alkohol verdünnen läßt.

Nach Arnold-Bitburg (O. **1901**. 157) eignet sich ein in der Höhe von 1 m um den Stamm der Obstbäume gelegter 10 cm breiter Ring von Knochenöl zur Fernhaltung von Anthonomus pomorum.

Slingerland (Bull. 176. Ithaka. N.-Y. **1900**. 39) verwendete das Mittel im Gemisch mit Fischölseife nach der

Vorschrift (9):	Knochenöl	4,75 kg
	Fischölseife 80 % . .	3 kg
	Wasser	100 l

Diese Mischung ist vor dem Gebrauche mit der neunfachen Menge Wasser zu verdünnen und soll sich namentlich für den Schutz der Kirschenbäume gegen die Kirschenfliege (Spilographa) eignen, indem sie nicht nur erstickend, sondern auch abhaltend wirkt.

Tierleim.

Mit dem Tierleim hat Coquillett (Bull. 23. D. E. 35) Versuche angestellt. Er vermochte indessen mit Mischungen von 600 g, 1000 g und 1500 g auf 100 l Wasser verschiedene Arten von Schnabelkerfen nicht erfolgreich zu bekämpfen. Von anderer Seite wird dahingegen verdünnte Leimlösung gegen Milben empfohlen. Nach 24stündiger Wirkungsdauer ist der Leimüberzug wieder von den Pflanzen zu entfernen.

II. Rohstoffe des Pflanzenreiches als Grundlage für Bekämpfungsmittel.

Die dem Pflanzenreich entnommenen Grundstoffe treten als Magen-, Haut- und Atmungsgifte wie auch als Erstickungsmittel in Tätigkeit. Manche unter ihnen, wie z. B. das Nikotin, vereinigen die Wirkung eines Magen-, Haut- und Atmungsgiftes in sich. Andere sind in ihren Leistungen beschränkt.

Pflanzenöle und -fette.

Wie die Tierfette, so gelangen auch die Pflanzenöle und die Pflanzenfette nur selten in reinem, unverdünntem Zustande zur Anwendung. Die Verdünnung erfolgt fast ausschließlich durch Wasser unter Zuziehung von Seife oder Alkalien. Obwohl die Zahl der Pflanzenöle sehr groß ist, eignen sich doch nur wenige für pflanzenpathologische Zwecke. Ihrer Mehrzahl nach sind sie für den Großbetrieb zu teuer.

Verschiedentlich ist der Versuch unternommen worden, die Pflanzenöle auch als Vorbeugungsmittel zur Verhütung des Insektenfraßes an keimenden Samen nutzbar zu machen, bisher ohne rechten Erfolg. Hinderlich ist dabei namentlich, wie Haberlandt (W. L. Z. 78. 532) an Weizen, Raps und Rotklee zeigte, die Verlangsamung des Keimprozesses durch das Einölen der Samen. Bei Rotklee wurde zudem die Keimfähigkeit um 40% vermindert.

Rüböl, Oleum rapae.

Dient als Erstickungsmittel. Die Herstellung des Rüböles erfolgt durch Auspressen ölhaltiger Samen verschiedener Cruciferen. In Form eines vollständigen Überzuges auf Äpfelbäumen zur Zeit des Winterschnittes angewendet, soll das reine Rüböl ein wirksames Mittel gegen die Blutlaus bilden (Chr. a. **1896**. 96). Sofern es sich nur um einzelne Teile eines Baumes handelt, kann die nämliche Behandlung auch im Sommer vorgenommen werden.

Eine verdünnte Rübölbrühe teilte Herouel (J. a. p. **1895**. I. 719) mit.

Vorschrift (10):	Rüböl	15 kg
	Schmierseife . .	1 kg
	Wasser	84 l

Herstellung: Alle drei Bestandteile mischen und aufkochen, bis eine gleichmäßige Seife entsteht.

Verwendung: Gegen den Aaskäfer und seine Larven vermittels Spritze auf die jungen Rüben und zwischen die Rübenreihen sprengen. Häufig genügt es nur die Randreihen eines Rübenfeldes in Behandlung zu nehmen. 1 ha Rüben kann von einem Arbeiter in 9 Stunden bespritzt werden. Das Mittel eignet sich für den Großbetrieb.

Leinöl, Oleum lini vernisi germanicum.

Die Gewinnung erfolgt durch Auspressen der Samen des Leines (Linum spp.). Erstickungsmittel.

Unverdünntes Leinöl bildet nach Schwartz (M. B. A. Heft 10. **1910**. 20) das beste Mittel zur Vernichtung der Raupenspiegel, wenn die letzteren mit dem Öle bestrichen werden. Der Genannte stellt es in der Wirkung über das Insektenpulver und den Tetrachlorkohlenstoff.

In verdünnter Form hat es Cooley (J. e. Ent. **1910**. 57) mit vollem Erfolg gegen Lepidosaphes ulmi auf Obstbäumen verwendet und zwar gegen die Eier. Er bediente sich der

Vorschrift (11):	Rohes Leinsamenöl	10 l
	Hartseife	600 g
	Wasser	100 l

Gegen eben ausgeschlüpfte Larven

Vorschrift (11a):	Leinöl (Baumwollsaatöl) . .	10 l
	Hartseife	1200 g
	Wasser	100 l

Baumwollsaatöl.

Hopkins und Ramsey (Bull. 44 der Versuchsstation West-Virginia S. 314) haben für Herstellung einer Brühe aus Baumwollsaatöl folgendes Rezept gegeben:

Vorschrift (12):	Baumwollsaatöl	12 l
	Gesättigte Lauge	4 kg
	Weiches Wasser	100 l

Die Lauge mit dem Wasser zum Sieden erhitzen, Öl hinzufügen, das Gemisch 2 Stunden lang kochen, verdampftes Wasser durch eine entsprechende Menge heißes Wasser ersetzen.

Verwendung als Spritzmittel gegen Blattläuse. 1,2 kg der Mischung mit 100 l Wasser verdünnt. Bei Verwendung als winterliches Spritzmittel für Schildläuse sind 12 kg der Mischung mit 100 l Wasser zu verdünnen.

Palmenöl.

Erstickungsmittel. Die Gewinnung erfolgt aus den Samen verschiedener Palmenarten (Elais guineensis, Cocos nucifera). In den tropischen Gegenden eignet sich auch Brühe von Palmenöl zur Insektenbekämpfung ganz in derselben Weise wie die vorbenannten Pflanzenöle. Aus den vorliegenden Berichten ist aber zu ersehen, daß beispielsweise die Bespritzung der mit Aspidiotus

destructor besetzten jungen Palmen mit einer derartigen Palmölbrühe wieder eingestellt werden mußte, weil sie zu hohe Kosten an Rohmaterial verursachte.

Rizinusöl, Oleum ricinum.

Das auch unter der Bezeichnung Kastoröl, Oleum palmae christi, bekannte Rizinusöl wird durch Auspressung der Samen von Ricinus communis gewonnen. Es weist eine etwas gelbliche Färbung auf, besitzt eine Dichte von 0,95—0,97, löst sich in der zwei bis dreifachen Menge Alkohol und läßt sich leicht verseifen. Infolge seines geringen Preises erscheint es für die Herstellung pflanzenpathologischer Heilmittel wohl geeignet. Auffallenderweise liegen aber keinerlei Mitteilungen über rizinusölhaltige Bekämpfungsmittel vor.

Zitronenöl, Oleum citri aethereum, Oleum citronellae.

Das echte Zitronenöl (Oleum citri) wird durch Auspressen der frischen Fruchtschalen von Citrus limonium Risso als blaßgelbe Flüssigkeit von der Dichte 0,858—0,861 gewonnen. Sein Preis ist ein derartig hoher, daß es mit keinem der obengenannten Öle in Wettbewerb treten kann. Das unechte Zitronenöl, auch Zitronengrasöl (Oleum citronellae) genannt, eine gelbliche Flüssigkeit von der Dichte 0,895—0,910 wird aus dem frischen Grase verschiedener Andropogon-Arten hergestellt. Infolge seines verhältnismäßig geringen Preises kann seine Verwendung für pflanzenpathologische Zwecke gelegentlich in Frage kommen. So wurde es von Forbes (Bull. 130. Illinois) als Abschreckungsmittel gegen Wurzelläuse verwendet. Er erreichte durch eine Benetzung der Maissamen mit Zitronenöl, daß die Anzahl der mit Aphis maydi-radicicola behafteten Maispflanzen sich um 76% verringerte. Die Samen dürfen ohne Nachteil für ihre Keimkraft 20 bis 30 Minuten lang in eine Auflösung von $33^1/_3$ prozent. Zitronenöl in Alkohol eingelegt worden.

Abrassinöl.

Das in den Samenkörnern von Elaeococca cordata, einer in China und Cochinchina heimischen Euphorbiacee, enthalten trockene, fette Öl ist gelegentlich gegen schädliche Insekten empfohlen worden (Ö. L. W. 78. 293.), doch liegen Erfahrungen über die Brauchbarkeit dieses Mittels nicht vor.

Harz (Kolophonium).

Beim Abtreiben des Terpentinöles aus dem Fichtenharz verbleibt ein fester, brüchiger, dunkelgelber, brennbarer, durchscheinender, in Alkohol, Äther, Ammoniak, Benzin, Ätzalkalilauge löslicher Rückstand, das Kolophonium, welches gewöhnlich aber als Harz bezeichnet wird. Seine Einführung für phytopathologische Zwecke erfolgte auf Betreiben von Lelong durch Koebele. Amerikanische Forscher sind es namentlich gewesen, welche den Wirkungswert der aus dem Harze hergestellten Bekämpfungsmittel näher geprüft haben. Die Unlöslichkeit des Harzes in Wasser macht eine Verseifung desselben notwendig, welche entweder mit Hilfe von Ätzkali oder durch Soda vorgenommen wird.

Verseifung mit Ätzkali.

Vorschrift (13): Harz . . . . . 9 kg
Ätzalkali (98%) . . 1 kg
Wasser . . . . . 100 l

Verseifung mit Soda.

Vorschrift (14): Harz . . . . . 9,5 kg
Soda . . . . . 7 kg
Wasser . . . . . 100 l

Herstellung: Harz und Soda in unzerkleinertem Zustande mit 10 l Wasser in einem eisernen Gefäße erhitzen; gleichzeitig die verbliebenen 90 l Wasser zum Sieden bringen; sobald das Soda-Harzgemenge zu einem steifen Brei verschmolzen ist, kleine Mengen Wasser, jedesmal etwa 5—10 l, nach und nach hinzusetzen. Beim Zusatz selbst kleiner Mengen von kaltem Wasser werden sehr leicht Harzflöckchen abgeschieden, welche sich nicht wieder lösen. Noch besser gelingt die Seife, wenn zunächst nur das Harz und die Soda miteinander verschmolzen werden.

Verwendung: Beide Harzseifenbrühen eignen sich im besonderen für weichhäutige Niedertiere wie Pflanzenläuse, Raupen usw.

Koebele hat versucht die mit Reblaus behafteten Wurzeln von Weinstöcken durch eine Harzbrühe-Behandlung von dem Schädiger zu befreien. Aus den diesbezüglichen etwas unklaren Mitteilungen (Bull. 23, D. E.) geht hervor, daß einzelne Mischungen, soweit sie mit den Läusen in Berührung kamen, den erhofften Erfolg brachten. Andrerseits fehlt aber der Harzbrühe ganz offenbar die Fähigkeit in die kleinsten Erdwinkel vorzudringen und damit entbehrt sie einer der Haupteigenschaften, welche ein Reblausvertilgungsmittel besitzen muß.

In zweiter Linie wird die Harzseife infolge ihres hohen Haftvermögens vielfach als Zusatz zu solchen Brühen benutzt, deren Klebekraft gering ist. Zuweilen dient die Beigabe von Harzseifenbrühe auch dazu, einem Fungizid noch insektizide Wirkung zu verleihen. Zur Vermischung mit Kupferkalkbrühe eignet sich nach Webber und Swingle (D. V. P. 8. 37) nachfolgende Harzseife.

Vorschrift (15): Harz . . . . . 20 kg
Soda . . . . . 10 „
Wasser . . . . . 100 l

Aus meinen diesbezüglichen Versuchen (L. J. 28. **1899.** 616) ist zu entnehmen, daß die Mischung von Harzseifenbrühe mit Kupferkalkbrühe keinerlei Schwierigkeiten bereitet und eine auch in mechanischer Hinsicht befriedigende Mischbrühe liefert. Selbst zartes Laub wird durch eine Brühe, welche 9% einer aus 25 kg Harz, 12,5 kg hochprozentiger Soda und 100 l Wasser bereiteten Harzverseifung enthält, nicht beschädigt.

Im ganzen wird die einfache Harzbrühe nur selten in Gebrauch genommen. Bevorzugt wird vielmehr:

Verstärkte Harzseifenbrühe.

Die Amerikaner bedienen sich vorzugsweise eines Zusatzes von Fischöl unter Zugrundelegung der nachfolgenden von Webber und Swingle (D. V. P. 8. 26) mitgeteilten

Vorschrift (16):	Harz	16 kg
	Ätzkali (98%) . .	4 „
	Fischöl	2,5 l
	Wasser	100 „

Diese Vorratsbrühe setzt etwas Niederschlag ab. Bevor sie in Gebrauch genommen wird, ist deshalb ein sorgfältiges Durcheinanderrühren derselben erforderlich. Eine bei mittlerer Temperatur jederzeit klar bleibende Flüssigkeit entsteht, wenn an Stelle von 100 l Wasser deren 140 benutzt werden. Vor dem Gebrauch ist die Brühe mit 900 l Wasser auf 1000 l zu verdünnen.

Gegen Schädiger auf Zitronenbäumen namentlich Aleyrodes citri R. u. H., Ceroplastes floridensis, Dactylopius citri, Aphis gossypii Glover, Lecanium oleae, die schwarze Schildlaus (black scale), Icerya purchasi, in deren Begleitung der Rußtau, Fumago salicina (engl. sooty mold, ital. fumaggine morfea, nero), auftritt.

Raupenleim.

Harz bildet zuweilen auch einen Hauptbestandteil des sogenannten Raupenleimes. Nachfolgend das Rezept für einen solchen.

Vorschrift (17):	Harz	50 kg
	Schweineschmalz	20 „
	Stearinöl	20 „
	Venetianischer Terpentin .	10 „

Herstellung: Harz und Schweineschmalz in eiserner Pfanne über freiem Feuer zusammenschmelzen, darauf den Terpentin, zuletzt Stearinöl hinzumischen. Die warme Masse durch Leinwand in ein tönernes Gefäß pressen.

Verwendung: Zur Anlegung von Klebgürteln entweder beim Betrieb im großen direkt auf den Stamm oder für empfindlichere Bäume auf eine Unterlage von Pergamentpapier. Die Klebgürtel leisten nicht nur während des Winters gute Dienste durch die Abhaltung der flügellosen Weibchen des großen und kleinen Frostspanners sowie des Apfelblütenstechers, sondern bilden auch im Sommer einen wirksamen Schutz der Holzgewächse gegen aufbäumende Raupen, Blattläuse herbeischleppende Ameisen u. a. m.

Terpentinöl, Oleum terebinthinae.

Das eine farblose mit Äther, Alkohol, fetten und flüchtigen Ölen mischbare Flüssigkeit von der Dichte 0,865—0,875 darstellende, in Wasser unlösliche, durch Destillation aus dem Fichtenharz erhältliche Terpentin wird als Atmungsgift und Erstickungsmittel gegen Larven (Haltica) und namentlich Raupen (Conchylis) gebraucht. Robbes (C. r. Soc. ent. Belgique **1889**. Z. f. Pfl. **1894**. 5) brachte

das reine Terpentinöl auch als Vertilgungsmittel für die Eierschwämme von Liparis dispar L. in Vorschlag. Einstweilen werden aber noch die billigeren Teersubstanzen für diesen Zweck bevorzugt. Slingerland (Bull. 44. Ithaka. 79), welcher die Eier von Psylla pyricola Först. durch Bepinseln mit reinem Terpentin zu vernichten suchte, hat keinen Erfolg hierbei gehabt, ebensowenig bei der Verwendung einer Terpentinseifenbrühe. Die Vorschrift zu einer solchen findet sich auf S. 29 vor.

Holzteer.

Dem Holzteer haftet der große Übelstand der je nach der Herkunft verschiedenartigen Zusammensetzung an. Er stellt deshalb einen hinsichtlich seiner Wirkungsweise gegenüber Tier und Pflanzen unzuverlässigen Grundstoff dar. Namentlich in Italien sind holzteerhaltige Bekämpfungsmittel früher viel im Gebrauch gewesen und zwar sowohl als Insektizide wie auch als Fungizide. In Frage kommen kann der Holzteer überhaupt nur als Insektenvertilgungsmittel, und dann auch nur mit der Beschränkung, daß jede der Holzteer enthaltenden Brühen vor dem Verspritzen auf ihr Verhalten gegen die zu behandelnde Pflanze geprüft wird. Dem in Italien unter der Bezeichnung Rubina (abgeleitet von der Farbe der Brühe) zum Vertrieb gelangenden Mittel liegt zugrunde:

Vorschrift (15): Norwegischer Holzteer . . . 50 Teile
Gesättigte Natronlauge . . 50 „

Herstellung: Beide Stoffe zusammenkochen. Die Lösungen des Gemisches in Wasser müssen rubinrote Farbe besitzen.

Verwendung: In 2—5% Verdünnungen mit weichem Wasser als Spritzmittel.

Nach Berlese (R. P. 1. 247) vertragen selbst zarte Pflanzenteile derartige Brühen ohne Nachteil, während getötet werden Blattläuse, Dactylopius, Tetranychus, Raupen von Pieris brassicae (2%), Conchylis (Heuwurm 2%, Sauerwurm 4%), Hylotoma rosarum, Camponotus ligniperda, Bombus hortorum (5%). Cuboni, Peglion, Petrobelli haben sich günstig, Fleischer, Fracasso, Silva ungünstig über das Rubina-Mittel ausgesprochen, ein Vorgang, welcher durch die eingangs beanstandete abweichende Beschaffenheit der verwendeten Rohmaterialien zur Genüge erklärt wird.

Unter der Bezeichnung Sapolineum gelangt neuerdings ein wasserlöslich gemachter Holzteer in den Handel. Das Mittel besitzt nach Netopil (Z. V. Ö. **1909**. 515) dunkelbraune Farbe, dickflüssige, gleichmäßige Beschaffenheit, eine Dichte von 1,030 bei 15° C., 3,35% Asche und 22% Wasser. Es läßt sich gut ohne Abscheidungen verdünnen.

Insektenpulver.

Das Insektenpulver wird aus den getrockneten Blütenständen (flores chrysanthemi der Drogisten) von Pyrethrum roseum und P. cinerariaefolium durch Zermahlen gewonnen. Ersteres liefert das kaukasische (persische), letzteres das am höchsten bewertete dalmatinische Insektenpulver. Nach Planchon und Collin wird auch aus dem ebenfalls im Kaukasus gedeihenden P. carneum persisches

Insektenpulver hergestellt. Als „Buhach“ wird ein in den Vereinigten Staaten erzeugtes Pyrethrumpulver bezeichnet. P. corymbosum, P. parthenium und P. inodorum eignen sich für pflanzenpathologische Zwecke nicht. Auch die Blätter- und Blütenstiele der guten Arten erreichen in ihrer insektiziden Wirkung die der vorschriftsmäßig bei der Antherenöffnung gepflückten Blüten nicht. Letztere und ebenso das fertiggestellte Pulver müssen vor Besonnung, Feuchtigkeit und Erwärmung bewahrt werden. Das Insektenpulver wirkt als Verdauungs- und als Atmungsgift, wobei aber im Auge behalten werden muß, daß manche Insekten das gefressene Pulver anstandslos ertragen und andere wieder, deren Stigmen mit bestimmten Schutzvorrichtungen versehen sind, in keiner Weise unter den vom Insektenpulver abgesonderten Dünsten leiden.

Ein gutes Insektenpulver soll eine unter einem Glassturz befindliche Fliege in 1 Minute betäuben und in 2, höchstens 3 Minuten abtöten. Als Verfälschungsmittel wird namentlich das Bleichromat verwendet. Sofern solches in dem Pulver vorhanden ist, hinterläßt letzteres bei der Verbrennung in einem weißen Porzellantiegel eine chromgelbe anstatt einer rein weißen Asche.

Einer allgemeinen Anwendung des Insektenpulvers für den Feldbetrieb steht der erhebliche Preis desselben entgegen. Seine Geruchlosigkeit und Ungiftigkeit machen es besonders geeignet als Bekämpfungsmittel für den Wein- und Gemüsebau. Französische Weinbauer benutzen das Insektenpulver vornehmlich als Ersatzmittel für die stark giftigen Arsensalze.

Anfänglich wurde das reine Pulver als Insektenvertilgungsmittel benutzt, in neuerer Zeit werden wäßrige oder alkoholische Auszüge für diesen Zweck vorgezogen. Ersteres gewährt den Vorteil, völlig harmlos für die Pflanzen zu sein und verdient deshalb dort Beachtung, wo es sich um sehr zarte, empfindliche Pflanzen oder Pflanzenteile handelt, welche unter dem Einflusse der mit Chemikalien hergestellten Mittel leiden.

a) **Einfaches Insektenpulver.**

Das reine Pulver findet sich kaum noch im Gebrauch vor. Dahingegen werden Vermischungen mit Mehl, Gips, Kalkpulver und Straßenstaub auch gegenwärtig noch empfohlen.

Alvood (Bull. 13. D. E. 40. 41) hat die Wirkung des trockenen Mittels auf verschiedene Schädiger näher untersucht. Das reine Pulver tötete die Pieris rapae-Raupen innerhalb 2 Stunden. Mit der dreifachen Menge Mehl verdünnt wurden die nämlichen Erfolge erzielt. Weitere Verdünnungen erwiesen sich jedoch als unwirksam. Die Raupen von Pieris brassicae sind etwas widerstandsfähiger. Kohlblattläuse, Aphis brassicae, unterlagen nur etwa zu 10%, Leptinotarsa decemlineata, der Kartoffelkäfer, wurde von reinem Insektenpulver überhaupt nicht berührt, während es die Larven dieses Schädigers, namentlich jüngere, zu etwa 50% vernichtete. Tomatenwürmer, Protoparce celeus Hb., verendeten nach Aufstäubung des reinen und dreifach mit Mehl verdünnten Pulvers innerhalb 2—3 Tagen, ebenso der Kürbiskäfer, Diabrotica vittata und D. 12-punctata. 0,5 kg Insektenpulver mit 1,5 kg Mehl verdünnt reicht aus für 0,4 ha. Gegen die Weberaupen, Hyphantria cunea, scheint das Mittel wirkungslos zu sein.

Die Kohlwanze, Murgantia histrionica, erwies sich nach Murtfeldt (Bull. 26. D. E. 38) als unempfindlich gegen Insektenpulver. Ebenso vermochte Mally (Bull. 24. D. E. 39—42) nennenswerte Erfolge gegen den Baumwollkapselwurm, Heliothis armiger Hbn., nicht zu erzielen. Hotter berichtet, daß er mit dalmatinischem Insektenpulver ausgezeichnete Wirkungen gegen Blattläuse und Blattflöhe zu verzeichnen hatte, namentlich dort, wo die Schädiger in eingerollten oder gekräuselten Blättern saßen (Bericht. Tätigkeit der pomol. Versuchs- und Samenkontrollst. d. Obstbauvereins f. Mittelsteiermark, Graz 1894).

Dahingegen versagte es bei Chittenden (I. L. 7. 20) gegenüber Anthonomus signatus Say. auf Stachelbeeren seine Wirkung. Gegen Milben und Blattflöhe (Haltica) auf Weinstöcken hat sich Staub mit 3—10% Insektenpulver bewährt.

b) **Der einfache wäßrige Auszug.**

α) Der kalte Auszug, 6 kg Pulver auf 100 l Wasser, vernichtete im besten Falle 30% der Raupen von Pieris rapae, in vierfacher Verdünnung versagte er gänzlich (Alvood a. a. O). Ebenso gelang es nicht, durch einen Auszug von ¼ kg Pyrethrum in 100 l Wasser die Raupen von Boarmia plumogerania Hrbst. auf Walnußbäumen unschädlich zu machen (Coquillett, Bull. 30. D. E. 29). Eine Abkochung von 200 g Insektenpulver in 100 l Regenwasser erwies sich trotz reichlicher Anwendung des Mittels als ungeeignet zu einer Vernichtung der Raupen von Heliothis armiger (Bull. 24. D. E. 42. 43). Mally hat die diesbezüglichen Versuche wiederholt. Er benutzte dazu einen bei 20° C. innerhalb 12 Stunden gewonnenen Auszug von ¾ kg Pyrethrum in 100 l Regenwasser. Von demselben wurden 60%, meist junge Exemplare der Heliothis-Raupen getötet (Bull. 29. D. E. 46. 47). Die Versuchsstation Michigan empfiehlt 150 g Insektenpulver auf 100 l Wasser als Spezialmittel für saugende Insekten.

β) Der heiße Auszug: ¾ kg Pyrethrum mit 100 l Regenwasser 1 Stunde lang ausgekocht ergaben einen Auszug, welcher 63% (vorzugsweise junge) Raupen von Heliothis armiger Hübn. vernichtete (Mally, Bull. 29. D. E. 47. 48).

c) **Der einfache alkoholische Auszug.**

Der einfache alkoholische Auszug wurde von Alvood (Bull. 13. D. E. 41) versuchsweise gegen Kohlraupen, Pieris rapae und P. brassicae, in Anwendung gebracht.

Vorschrift (16):	Insektenpulver	6 kg
	80prozent. Alkohol . . .	100 l

Bis zu einer 5fachen Verdünnung erwies sich das Mittel als brauchbar. Größere Verdünnungen waren ziemlich wirkungslos.

d) **Verstärkte Brühen von Insektenpulver.**

Weitaus am häufigsten kommt die Insektenpulverbrühe in Form von Mischungen zur Verwendung, welche besser wie der einfache wäßrige Auszug geeignet sind, behaarte oder mit fettigen Ausschwitzungen bedeckte Insekten zu benetzen. Bevorzugt wird gewöhnlich die seinerzeit von Dufour (Chr. a. **1892**. Suppl. zu Nr. 4) angegebene seifige Mischung nach der

Vorschrift (17): Insektenpulver (damaltinisches) . 1—1½ kg
Schmierseife . . . . 3 „
Wasser . . . . 100 l

Die Seife in 10 l Wasser auflösen und in ein genügend großes Faß gießen, alsdann unter beständigem Umrühren vermittels eines Reisigbesens das Insektenpulver und die verbliebenen 90 l Wasser hinzumischen.

Dieser Brühe gab Gastine (Pr. a. v. 33. **1912**. 595) die nachfolgende Form:

Vorschrift (17 a) Insektenpulver . . . . . . 1,500 kg
Olivenölseife oder weiße Seife
mit 60 v. H. Fettsäure . . 0,600 „
weiches Wasser . . . . . 100 l

Spezifikum gegen den Heu- und Sauerwurm, Conchylis ambiguella Hübn. Das Spritzen auf die Gescheine erfolgt am besten, solange als die Würmer klein sind, etwas vor, höchstens bis zum Beginn der Blüte des Weinstocks und dann wieder nach dem Abblühen. Zweimalige Anwendung ist ratsam.

Dufour selbst bezeichnet den mit seinem Mittel zu erzielenden Erfolg als „nicht radikal, aber befriedigend". Perraud (Revue de la station viticole de Villefranche II, S. 121—128) bezeichnet es als bestes gegen den Heuwurm. Auch Berlese (R. P. **1**. 243) gibt zu, daß der seifige Pyrethrumauszug das beste Mittel gegen Conchylis unter 6 gleichzeitig geprüften war, nur hält er es für zu kostspielig, zu umständlich in der Bereitung und möglicherweise seines Seifengehaltes wegen für pflanzenschädlich. Einen ähnlichen Standpunkt nimmt Silva (St. sp. **24**. 627) ein; er erzielte mit der seifigen Insektenpulverbrühe in kurzer Zeit bedeutende Vorteile gegenüber dem Heu- und Sauerwurm, findet das Präparat aber für zu kostspielig. Dahingegen empfehlen Bononi (Il Coltivatore Bd. 39. S. 566. Z. f. Pfl. **1895**. 165) und Nestore (Piemonte agricole XI. Z. f. Pfl. **1895**. 165) das Mittel sehr. Nach Kornauth (Jahresber. Pflanzenschutzstation Wien **1908**) verrichtete die Brühe ganz gute Leistungen gegen die Pieris rapae-Raupen auf Kohlpflanzen. In sehr eingehender Weise wurde das Verhalten der Dufourschen Mischung gegen die Reblaus von Moritz (A. B. A. Bd. 6. **1908**. 494) geprüft. Vernichtung der Läuse trat ein bei einer Wirkungsdauer von 2 Minuten und einer Temperatur des Mittels von 28°. Bei 22° waren hierzu 3 Minuten erforderlich. Auffallenderweise blieben aber bei 21,5° und 10 Minuten Wirkungsdauer noch Läuse am Leben. Sofern das Mittel für Desinfektionszwecke dienstbar gemacht werden soll, ist somit die Erwärmung desselben auf 28—30° C. ratsam.

Als Ersatzmittel für die giftigen Arsensalzbrühen wurde in jüngster Zeit von Marchal-Paris (Bull. Soc. Agric. France **1910**. 770) nachfolgende Mischung empfohlen:

Vorschrift (18): a) frisches Insektenpulver . . 1,5 kg
Methylalkohol . . . . . 15 l
b) Harz . . . . 1,5 kg
Soda . . . . 1,5 „

Herstellung: Insektenpulver 24 Stunden lang im Alkohol auslaugen; Harz und Soda mit wenig Wasser (2,5—3 l) bis zur vollständigen Lösung verkochen. Alsdann a und b mischen, mit Wasser bis zu 100 l Brühe ergänzen.

Ebenfalls als Ersatzmittel für Arsensalzbrühen brachte Degrully (Pr. a. v. **1910**. 1. 259) in Vorschlag

Vorschrift (19):	Insektenpulver	0,5—1	kg
	Seife	0,5	„
	Petroleum	1	l
	Wasser	100	„

sowie

Vorschrift (20):	Insektenpulver	1	kg
	Ammoniak	0,5	l
	Wasser	100	„

Die seinerzeit von Mohr hergestellte Mischung von Insektenpulver, Rohspiritus und Ammoniak hat sich in Deutschland nicht einzubürgern vermocht.

Tabak (Nikotin).

Der für pflanzenpathologische Zwecke brauchbare Bestandteil der Tabakspflanze besteht in ihrem Nikotingehalt. Je nach der Tabakssorte, der Örtlichkeit des Anbaues und der Kulturweise (Standweite, Düngung, Zahl der an der Pflanze belassenen Blätter) ist letzterer ein verschieden hoher. Nach Fabre (Pr. a. v. **1910**. 2. 740) enthält Marylandtabak durchschnittlich nur 2,29%, elsässischer 3,21%, Virginiatabak 6,87% und französischer aus dem Lot 7,96% Nikotin. Bei einer derartigen Veränderlichkeit des Gehaltes am wirksamen Bestandteil erscheinen die älteren Angaben über die Wirkungsweise von Tabaksbrühen, welche einfach durch Auslaugung eines bestimmten Gewichtes von Tabaksblättern oder -stengeln durch eine gegebene Menge Wasser hergestellt worden sind, als vollkommen wertlos. Für die Zukunft ist zu fordern, daß sich alle Bekämpfungsversuche mit Tabaksbrühen auf einen gegebenen Nikotingehalt stützen. Anderenfalles können die gewonnenen Ergebnisse Anspruch auf Allgemeingültigkeit nicht erheben.

Das reine Nikotin, eine ölige, ungefärbte, bei Berührung mit der Luft sich bräunende Flüssigkeit, besitzt alkalische Eigenschaften und übertrifft an Giftigkeit eine gleich große Menge arsenige Säure. In erster Linie soll das Nikotin auf die Verdauungsorgane der Niedertiere wirken. Zur Erzielung des bestmöglichen Erfolges ist es deshalb erforderlich, die Nikotinbrühe vorbeugend auf alle diejenigen Pflanzenteile zu bringen, welche voraussichtlich von den etwa in Frage kommenden Insekten aufgesucht werden. Von anderer Seite, so von Feytaud (Pr. a. v. **1909**. 195), wird die Leistung des Nikotines als Hautgift in den Vordergrund gestellt und dementsprechend der Augenblick des massenhaften Auftretens eines Schädigers z. B. der Conchylis-Raupen als der geeignetste zur Anwendung des Mittels bezeichnet. Nebenher wirkt das Nikotin noch als

Atmungsgift und wohl auch als Abschreckungsmittel. Den in Form eines Vorbeugungsmittels (als Magengift) verwendeten Nikotinbrühen haftet der Übelstand an, daß sie verhältnismäßig leicht vom Regen oder Tau fortgespült werden und daß der wirksame Bestandteil bei der Berührung mit der Luft allmählich verdunstet.

Für die Bestimmung des Nikotingehaltes stehen mehrere Verfahren zur Verfügung und zwar 1. ein Verfahren von Schlösing (Erschöpfung mit heißem ammoniakalischem Äther), 2. ein zweites Verfahren von Schlösing (Auslaugung in gesalzenem Wasser), 3. das Verfahren nach Kißling (Behandlung mit alkoholischer Natronlauge und Ausziehung mit Äther), 4. das Verfahren von Bertrand (Erschöpfung mit Chlorwasser, Zersetzung der auskristallisierbaren Nikotinverbindung und reiner Magnesia). In allen Fällen ist die Menge des Nikotins durch Titration mit verdünnter Schwefelsäure zu ermitteln. Die vorbenannten Verfahren liefern, wie Kulisch (Bericht Kolmar 1909/10. 44) zeigte, abweichende Ergebnisse. Er hält es deshalb ganz mit Recht für angezeigt, eine bestimmte Untersuchungsmethode als maßgebend festzusetzen und dieselben in allen Einzelheiten genau zu umschreiben.

Weitere Verfahren haben angegeben Tóth (Chem. Ztg. **1901**. 610), Koenig (Chem. Ztg. **1911**. 1287. **1912**. 86), Popovici (Zeitschr. physiol. Chemie. 13. **1889**. 445), Degrazia, Ulex (Chem. Ztg. **1911**. 121), Javilier (Chem. Ztg. **1909**. 399), Biel.

Aus der Dichtigkeit einer Brühe läßt sich, wie Moreau und Vinet (R. V. 31. **1909**. 488) nachwiesen, ein Rückschluß auf den Nikotingehalt derselben nicht ziehen. Sie fanden beispielsweise, daß ein 10,07° B. anzeigender Tabakssaft 7,5 g und anderer von 10,04° B. dagegen 20,7 g Nikotin im Liter enthielt.

Bisher ist der Tabak verarbeitet worden zu trockenem Pulver, zu einfachen Auszügen, zu schwefelsaurem und zu pflanzensaurem Nikotin.

Tabakspulver wirkt gegen Erdflöhe nach den Versuchen von Parker (Bull. 82. B. E. 54) nur solange als es trocken bleibt.

Tabakssaft kommt gegenwärtig noch, in Frankreich z. B. durch die Regierung unter der Bezeichnung jus ordinaire, vielfach in den Handel. Derartige Säfte sind als wertlos zu betrachten, sofern ihnen nicht eine zuverlässige Angabe über ihren Nikotingehalt beigegeben wird.

Nikotinsulfat. Aus dem rohen Tabakssaft wird durch Abtreibung und Auffangen des dabei übergehenden Nikotins in Schwefelsäure das Nikotinsulfat gewonnen, welches zwar etwas weniger wirksam wie das einfache Nikotin ist, immer aber noch befriedigende insektizide Eigenschaften besitzt. Die staatlichen Tabaksverarbeitungsstätten in Frankreich und Italien stellen eine Lauge her, welche, wenigstens angeblich, genau 100 g Nikotinsulfat im Liter = 10% enthält. Wie die nachstehenden von Schwangart (Bericht Neustadt a. d. Haardt 1909) mitgeteilten Analysen beweisen, ist die Zusammensetzung dieser auf 10% Nikotinsulfat gestellten Lauge (jus titré, nicotine titrée) etwas schwankend.

	1	2
Trockenmasse	26,37	26,54
Glührückstand	6,59	8,56
Schwefelsaures Ammon	9,40	9,25
Nikotin, Gesamtmenge	9,53	9,20
Nikotin, ungebunden	5,07	5,72
Nikotin, an Schwefelsäure gebunden .	4,46	3,48

Ungeachtet dieser kleinen Abweichungen in dem Gehalte an einzelnen Bestandteile bedeutet die Einführung der Nikotinsulfatlauge in die Pflanzenheilkunde einen erheblichen Fortschritt, denn mit ihrer Hilfe können nunmehr Brühen mit einem annähernd zutreffenden Nikotingehalt hergestellt werden.

In den Vereinigten Staaten wird eine mindestens 40% Nikotinsulfat enthaltende Lauge unter der Marke „Black Leaf 40" in den Handel gebracht. Neueren amerikanischen Vorschriften liegt vielfach dieses Rohmaterial zugrunde. In Deutschland stellt die elsässische Tabaksmanufaktur in Straßburg-Neudorf ein Nikotinerzeugnis unter der Bezeichnung „Nikotin Schachenmühle" her.

Das Nikotinsulfat hat namentlich als Ersatzmittel für die Arsensalzbrühen bei der Bekämpfung des Heu- und Sauerwurmes (Conchylis, Eudemis) Aufnahme gefunden. Es wird dabei teils für sich allein, teils mit weiteren insektiziden Zusätzen und endlich auch als Beigabe zu einem Fungizid, vorwiegend Kupferkalkbrühe, verwendet. Nach den Untersuchungen von Feytaud und Capus (R. V. **1908**. 741) sowie von P. Marchal (Bull. Soc. Agric. France **1910**. 770) reicht eine 1,33% Nikotinsulfat enthaltende Brühe zur Vernichtung der Heu- und Sauerwürmer aus. Eine Kupferkalkbrühe mit 1,33% Nikotinsulfat soll sogar günstigere Ergebnisse wie eine 2prozent. Chlorbaryumlösung und Bleiarsenatbrühe geliefert haben, sofern mit dem Spritzen schon vor der Eiablage der Conchylis- und Eudemis-Motten begonnen wurde. Für die Sommerbehandlung empfiehlt sich eine Steigerung des Nikotinsulfatgehaltes auf 1,75%. Gillette (J. e. Ent. **1910**. 207) arbeitete mit Black Leaf 40-Verdünnungen gegen Blattlauseier und ermittelte dabei, daß die Verdünnung 1 : 30 und 1 : 20 (1,3 bezw. 2% Nikotinsulfat) die Eier verschiedener Blattläuse vernichtet, daß das Mittel bei 1 : 40 (1%) aber den Dienst versagt. Im übrigen stellte er fest, daß die Eier der verschiedenen Aphiden-Arten einen sehr verschiedenen Grad von Widerständigkeit gegen das Nikotin besitzen.

Diesen günstigen Erfolgen stehen auch unbefriedigende Ergebnisse gegenüber. Nach Mitteilungen von Kulisch (Bericht Kolmar **1909**/**1910**. 44) blieb eine Behandlung von Weinstöcken mit 1,3prozent. Nikotinsulfatbrühe bei 2000 l Spritzflüssigkeit auf den Hektar ohne die erwartete Wirkung gegenüber dem Heu- und Sauerwurm.

Die Beimischung der Nikotinsulfatbrühe zur Kupferkalkbrühe erhöht anscheinend die Leistungen der ersteren. Mit einer 1,5 Prozent Nikotin(sulfat?) enthaltenden Kupferkalkbrühe erzielte Maisonneuve (R. V. **1910**. 151) beachtenswerte Erfolge gegen Rhynchites auf Weinstöcken.

Pflanzensaures Nikotin. Dieses von Everth in Hamburg hergestellte gebundene Nikotin soll leichter in Wirkung gehen wie das Nikotinsulfat. Angesichts der wenigen Versuchsergebnisse, welche bisher vorliegen, läßt sich ein abschließendes Urteil über dieses Mittel noch nicht formen.

Verstärkte Nikotinbrühen. Wäßrige Nikotinbrühen besitzen für sich allein nicht in dem erforderlichen Maße die Fähigkeit als Hautgift zu wirken, d. h. auch die zwischen der Insektenbehaarung befindliche Luft zu verdrängen und an der fettigen Oberhaut zu haften. Aus diesem Grund erweist sich eine Ergänzung der Brühe durch Seife, Soda oder Spiritus als nutzbringend. Gillette (a. a. O.) machte die Beobachtung, daß schon eine Beigabe von 250 g Seife auf 100 l Brühe die Wirkung erheblich steigert. Gegen die Hopfenblattlaus (Phorodon humuli) hatte eine Brühe aus

Vorschrift (21):	Nikotinsultat 10 % . .	2 kg
	Schmierseife	1,5 kg
	Wasser	100 l

bessere Erfolge aufzuweisen als Petroleumseife, Quassiabrühe und 3prozent. Schmierseife. Er empfiehlt mit dem Mittel zwei Bespritzungen vorzunehmen. Die erste unmittelbar nach dem Wahrnehmbarwerden der Laus (etwa 0,5 l auf den Stock), die zweite beim Erscheinen des jungen Nachwuchses (1 l auf den Stock).

Zur Vertilgung der Blattläuse, sowie der roten Milbenspinnen (Tetranychus telarius) empfiehlt Schwartz (A. B. A. Bd. 6. 493) nachfolgende Mischung:

Vorschrift (22):	Nikotinsulfat 8—9% .	2 l
	Schmierseife	2 „
	Wasser	100 „

Von Numa-Naugé wurde der Erdfloh (Haltica) mit einer Brühe von der folgenden Zusammensetzung wirksam bekämpft:

Vorschrift (23):	Nikotinsulfatlauge 10%	2 l
	kristallinische Soda . .	1 kg
	vergällter Alkohol . .	1 l
	Wasser	100 „

Quassiaholz.

Das Quassiaholz verdankt seine Aufnahme unter die pflanzenpathologischen Bekämpfungsmittel seinem Gehalte an Bitterstoff, welcher in größeren Mengen genossen, Erbrechen hervorruft. In der Pflanzenheilkunde wird dieser Bitterstoff zur Herstellung eines Magengiftes für Insekten verwendet. Im Handel erscheinen zwei Sorten von Bitterholz: lignum quassiae surinamense, welches von dem in Surinam, Nordbrasilien und Westindien heimischen Quassiabaum (Quassia amara L.) und lignum quassiae jamaicense, welches von Simaruba (Picraena) excelsa DC., einem nahen Verwandten des Quassiabaumes, herstammt. Hinsichtlich des Gehaltes und der Güte ihres Bitterstoffes stehen sie sich etwa gleich.

Als Ausgangspunkt für die Herstellung der Bitterholzbrühe dient das geraspelte Holz, aus welchem durch einfache Auslaugung mit Wasser der insektizide Bitterstoff gewonnen wird. Recht oft ist das Quassiaholz des Handels schon einmal zu irgend welchen Zwecken entbittert worden und deshalb für pflanzenpathologische Zwecke minderwertig. Haupterfordernis für die Erzielung von Erfolgen bei der Quassiabrühe ist aber deren Zubereitung aus vollkommen ursprünglichen Bitterholzraspeln. Erstklassiges Bitterholz hat gegenwärtig einen Preis von 0,50—0,85 M für das Kilogramm (Preisliste E. Merck. E. Nr. 42).

Es ist allgemein üblich, die einfache wäßrige Bitterstofflösung durch den Zusatz von Seife zu verstärken, so daß sich also in der Quassiabrühe verdauungsgiftige und hautätzende Eigenschaften vereinen.

Die Quassiabrühe ist vollkommen geruchlos. Auch schmiert dieselbe in keiner Weise. Aus diesen Gründen eignet sie sich besonders zur Verwendung bei Pflanzen, welche von Beschmutzungen durch das Bekämpfungsmittel verschont bleiben müssen, also für feinere Gemüsepflanzen, wie Kopfkohl, Blumenkohl, Melonen, Treibhausgurken und für Zierpflanzen, namentlich solchen in geschlossenen Räumen. Ein wesentlicher Nachteil ist die mangelhafte Klebekraft. Die Quassiabrühe eignet sich deshalb nicht zum Vorbeugungsmittel, sondern darf nur als unmittelbar wirkendes Vertilgungsmittel in Gebrauch genommen werden.

Als Insektizid finde ich das Quassiabitter zum ersten Male in dem 1891 erschienenen Bulletin Nr. 82 der Versuchsstation für den Staat Neu-Jersey erwähnt. Allem Anscheine nach ist es aber bereits früher in Laienkreisen zur Insektenvertreibung bezw. -vertilgung benutzt worden. Als Fliegengift ist es seit langer Zeit schon bekannt. Zur Vernichtung der Fruchtfliegen (Rhagoletis, Ceratitis) eignet sich Quassia offenbar nicht. Illingworth (Bull. 324. Cornell-Universität **1912**) machte die Beobachtung, daß Rhagoletis-Fliegen gezuckerte Quassiaabkochung ohne irgend welchen Nachteil zu sich nehmen. Ähnliche Erfahrungen hat Lounsbury in Südafrika mit den Fruchtfliegen gemacht.

Vorschrift (24):	Quassiaholzraspeln . .	7,5 kg
	Schmierseife . . .	12,5 „
	Wasser	100 l

Herstellung: Die Quassiaspäne einmal in 50 l Wasser aufkochen, 24 Stunden lang ausziehen lassen, Auszug von den Holzresten trennen und in die mit 50 l Wasser hergestellte Seifenlösung schütten.

Verwendung: Gegen Blattläuse, Blutläuse, Kohlweißlingsraupen. Die Vorratsbrühe ist derartig zu verdünnen, daß der Seifengehalt sich innerhalb der Grenzen von 1,5—2,5% bewegt. In der Regel wird eine Verdünnung von 1 Teil Quassiavorratsbrühe zu 5 Teilen Wasser das Richtige treffen. Von Brühen mit weniger als 1,5% Quassiaholzauszug bezw. Seife darf ein durchgreifender Erfolg nicht erwartet werden. Für die Vertilgung von Niedertieren auf Pflanzen, welche sich in der Winterruhe befinden, können auch stärkere Quassiabrühen herangezogen werden.

In Gardeners Chronicle Bd. 13. S. 233 wird folgende Quassiabrühe empfohlen:

Vorschrift (25): Quassiaspäne . . . . 4 kg
Weiche Seife . . . . 3 „
Wasser . . . . 500 l

Verwendung: Gegen die Knospengallmilbe, Phytoptus ribis Wstw., auf Johannisbeeren. Die Behandlung der letzteren hat im Frühjahr vor dem Laubausbruch und im Herbst nach dem Laubfall stattzufinden.

Mehrfach ist der Versuch unternommen worden, die Leistungen der Quassiabrühe durch Zusätze weiterer insektizider Stoffe zu steigern. Namentlich Petroleum, Karbolsäure und Fischöl sind für diesen Zweck herangezogen worden. Mit dem Eintritt dieser Stoffe verliert die Quassiabrühe aber gerade diejenige Eigenschaft, welche überhaupt ihren einzigen Vorzug gegenüber gleichartigen Mitteln bildet, nämlich die Sauberkeit. Derartige Zusätze sind deshalb widersinnig. Dort, wo die Bitterholzbrühe sich nicht als kräftig genug erweist, muß zu einer Petrolseifen- oder Karbolsäure-Brühe usw. gegriffen werden.

Schwarze Nieswurz, Helleborus niger L.

Die Wurzel der schwarzen Nieswurz besitzt eine scharfnarkotische Wirkung, ihr Genuß ruft Verdauungsstörungen hervor, welche bis zum Tode führen können. Eine etwas weniger wirksame Wurzel besitzt Helleborus viridis. Eine „falsche" Nieswurz, welche ebenfalls erbrechenerregende Eigenschaften besitzt und leicht mit der echen schwarzen Nieswurz zu verwechseln ist, wird von Actaea spicata gewonnen. Im Handel erscheint die schwarze Nieswurz unter der Bezeichnung radix hellebori nigri sine herba depurata als mehr oder weniger feines Pulver. Für pflanzenpathologische Zwecke eignet sich nur das pulvis subtilis (Sieb Nr. 6).

Wie die Arsensalzbrühen, für welche es in neuerer Zeit als weniger giftiges Ersatzmittel herangezogen worden ist, wirkt die Nieswurz als Magengift. Sie erweist sich somit als besonders geeignet zur Vertilgung fressender Insekten und ihrer Larvenformen. Der Kilopreis beträgt (Preisliste E. Nr. 42 E. Merck) 1,20 M.

Bei der Verpulverung ist die schwarze Nieswurz mit der 5—10fachen Menge Mehl zu verdünnen.

Für die Verwendung als Spritzmittel eignet sich folgende

Vorschrift (26): Frische fein gemahlene Nieswurz 750 g
Wasser . . . . 100 l

Herstellung: Das Nieswurzpulver in das Wasser einrühren. In Gardeners Chronicle 1893. S. 392 wird empfohlen, das Gemisch 24 Stunden stehen zu lassen, bevor es in Gebrauch genommen wird. Ein derartiges Verfahren ist indessen nicht zweckmäßig, da dem Wasser nur die Aufgabe zufällt, eine geeignete Verteilung des Mittels und besseres Haften desselben an den Blatteilen zu vermitteln,

Verwendung: Gegen Larven von Eriocampoides lima cina, Kirschblattwespe; E. cerasi Payk.; Nematus ribesii; gegen die Rosenblattwespenlarven: Cladius pectinicornis, Emphytus cinctus L., Monostegia rosae; gegen Conchylis und Eudemis.

Als brauchbares Mittel zur Abschreckung blattfressender Raupen wurde von Schwartz (M. B. A. Nr. 10. S. 20) die nachfolgende Brühe befunden:

Vorschrift (27):

schwarze Nieswurz, gepulvert	0,333 kg
Schmierseife	1 „
Wasser	100 l

Aloe.

Verschiedene Aloe-Arten (Aloë socotrina, A. ferox, A. africana, A. vulgaris, A. vulgaris var. barbadensis, A. indica u. a.) lassen aus Einschnitten in die Blätter einen Saft hervorquellen, welcher an der Luft zu dem starkglänzenden, gelbbraunen, zerreiblichen, nachhaltig bitter schmeckenden Aloepech erstarrt. Beim Genusse ruft letzteres starke Verdauungsreize hervor, welche Durchfall im Gefolge haben und deshalb schon seit längerer Zeit zur Vertilgung von Insekten benutzt worden sind. Die im Handel vorkommenden Sorten Aloë capensis lucida (vorwiegend aus Aloë ferox und A. africana im Kapland gewonnen), Aloë hepatica (aus A. vulgaris) und Aloë barbados (aus A. vulgaris var. barbadensis) haben einen Kilopreis von 1,40—1,60 M. (Preisliste Merck.)

Für pflanzenpathologische Zwecke wird die billigste durch Auskochen der Aloeblätter gewonnene Art, die sogenannte Roß-Aloe (Aloë caballina der Drogisten) verwendet. Diese ist in kaltem Wasser nur wenig, in heißem Wasser, Alkohol, Äther und flüchtigen Ölen dahingegen leicht löslich. Ihre Verwendung erfolgt vorwiegend in Verbindung mit anderen Insektiziden oder mit Fungiziden. Ob sie dabei vorwiegend als Abschreckungsmittel oder als Magengift in Wirkung tritt, ist gegenwärtig noch nicht klargestellt. Aus den vorliegenden Angaben über die aloehaltigen Vertilgungsmittel geht zumeist nicht hervor, welche Form des Aloepeches benutzt worden ist, ob die hochwertige reine oder die geringwertigere Roß-Aloe. Es wäre deshalb sehr erwünscht, wenn in Zukunft den Mitteilungen über die Leistungen von Aloe-Brühen die Art des verwendeten Rohmateriales etwas näher gekennzeichnet würde. Die Stärke der empfohlenen Aloebrühen schwankt zwischen 0,1 und 0,5% (100 g bezw. 500 g auf 100 l).

Schwartz (M. B. A. **1909.** H. 8) hat günstige Erfolge mit dem Bepulvern der Samen — 600 g Aloepulver auf 100 kg Saatgut — als Schutzmittel gegen Vogelfraß erzielt. Weit häufiger sind die Fälle, in denen Insektenbeschädigungen durch Zusatz der Aloepechlösung zur Quassia-, Nikotin- und Kupferkalkbrühe verhütet worden sind. In Tunis und Algier werden die Erdflöhe durch Kupferkalkbrühe mit 100—130 g Aloe auf 100 l erfolgreich bekämpft.

Eine nicht näher gekennzeichnete Auflösung von Aloepech in kaltem Wasser wurde von Coquillet (Bull. 23. D. E. 36) gegen die gelbe Schildlaus (yellow scale), Aspidiotus citrinus, gebraucht. Sowohl die aus 1½ kg, wie die aus 3 kg Aloe auf 100 l Wasser zubereitete Aloebrühe beseitigte den genannten

Schädiger nicht vollständig. Coquillett glaubt indessen, daß das erstrebte Ziel mit einer $4\frac{1}{2}$ kg Aloe auf 100 l Wasser enthaltenden Lösung zu erreichen wäre.

Rittersporn, Delphinium grandiflorum.

Von Laboulbène (C. r. h. **1893**. 703. ref. Z. f. Pfl. **1893**. 366) wurde vorgeschlagen, die grauen Raupen, Agrotis segetum L., vermittels eines aus Stengeln, Blättern und Samen der beiden Rittersspornarten Delphinium grandiflorum und D. ajacis hergestellten wäßrigen Auszuges zu vernichten. Die jungen Rübenpflanzen usw. sind mit letzterem reichlich zu begießen. Laboulbène ist der Ansicht, daß auch die in vielen anderen Ranunkulaceen noch enthaltenen Alkaloide gleich geeignete Insektenvertilgungsmittel liefern würden.

Adhatoda vasica.

Diese über ganz Indien verbreitete, wildwachsende Pflanze besitzt nach Watt (I. M. N. **1**. 113) die Eigenschaft Insekten zu töten.

Tomate, Lycopersicum.

Eine starke Abkochung von Tomatenlaub ist nach Alvood (Bull. 13. D. E. 44) wirkungslos gegen die Kohlraupen im freien Felde. Dahingegen bezeichnet Weston (I. M. N. **3**. 49) das Mittel als wirksam gegen die Milbenspinne, Tetranychus bioculatus W. M., auf den Teepflanzen.

Vorschrift (28):	Tomatenblätter und Stengel	80 kg
	Wasser	100 l

Herstellung: Die Tomatenblätter und Stengel in einem Holztrog vermittels Stampfer zu einem Brei verarbeiten, Wasser allmählich hinzufügen, mischen und die Brühe von der Pülpe trennen. Alte, holzige Stengel bezw. Blätter sind als wertlos beiseite zu lassen.

Verwendung: Als Spritzmittel des Morgens und Abends.

Für die Teepflanze ist die Tomatenbrühe völlig unschädlich, ihre Wirkung auf die Milbenspinne ist eine langsamere als die des Schwefels. Die Brühe ist zudem in ihrer Anwendung teurer als letzterer, insbesondere mit Rücksicht auf die Arbeitskraft. Die Kosten für die Behandlung von 0,4 ha Teepflanzung beliefen sich auf 210 M.

Rainfarn, Tanacetum vulgare L.

Eine möglichst starke Abkochung von Blättern des Reinfarn hatte im freien Felde gegen Kohlraupen verwendet, keinerlei Erfolg (Alvood Bull. 13. D. E. 44).

Weiße Nieswurz (Sabadill-Germer).

Veratrum album L., die weiße Nieswurz, auch Germer genannt und V. sabadilla Retz. (= Sabadilla officinarum Retz.), Sabadill-Germer, enthalten in den Samen verschiedene Alkaloide (Veratrin, Cevadin, Cevadinin, Sabadin, Sabadinin), welche in ihrer Gesamtwirkung noch diejenige der schwarzen Nies-

wurz (Helleborus niger) übertreffen. Die gepulverten Samen (semina sabadillae der Drogisten), von alters her zur Anfertigung von Läusesalbe benutzt, sind in neuerer Zeit auch für pflanzenpathologische Zwecke herangezogen werden. Die Sabadillbrühen dürften teils als Haut-, teils als Magengift wirken.

Dufour (Destruction du ver de la vigne. Lausanne 1893. S. 11) prüfte die Brauchbarkeit einer seifigen Sabadillbrühe gegen die Raupen von Conchylis ambiguella. Von 8 im Wickel sitzenden Raupen blieben beim Eintauchen in eine aus 2% Schmierseife, 1% Läusesamen und 97% Wasser bestehende Brühe 5 am Leben, 3 krankten, während beim Eintauchen der nackten Schädiger 6 zugrunde gingen und 2 in einem krankhaften Zustand sich befanden. Bei 3% schwarzer Seife und 2% Läusekörnern war das Verhältnis 9 tote, 1 kranke. Das Mittel ruft bei den Raupen eine Auftreibung und grünlich-schwarze Färbung des Körpers hervor.

Mally (A. J. C. 34. 610) gelang es mit einer frisch zubereiteten Brühe aus 600 g weißer Nieswurz auf 100 l Wasser, die Fruchtfliege (Ceratitis capitata) zu vernichten.

Quillajarinde.

Die Rinde des in Bolivia, Chile und Peru einheimischen Quillaja-Baumes (Quillaja saponaria Mol.), auch Panamaholz, Seifenrinde, Cortex quillajae benannt, enthält in dem Saponin ein Alkaloid, welches besonders zur Emulsionierung von Ölen und Harzen geeignet ist.

Saponin.

Das zu 67—68% im Pericarp der Früchte von Sapindus utilis enthaltene Saponin eignet sich nach Gastine (Pr. a. v. 33. **1912**. 595) sehr gut zur Erhöhung der Benetzungsfähigkeit mancher Brühen. Es bildet in dieser Beziehung ein Seitenstück zur Seife, von dem es sich aber in Manchem unterscheidet. Seife leistet ihr Bestes in alkalischen, Saponin in neutralen oder sauren Mitteln. Durch lösliche Metallsalze werden die Seifen gefällt, bei Saponin erfolgt keinerlei Fällung.

Ein abschließendes Urteil über den neueingeführten Hilfsstoff läßt sich noch nicht geben. Korsakoff (C. r. h. 155. 844) stellte ein verbessertes Verfahren zur Ermittlung des Saponingehaltes von Früchten usw. auf.

Stinkasand (Asa foetida).

Als Abschreckungsmittel findet hier und da der Stinkasand, eine harziggummiartige, aus den angeschnittenen Wurzeln von Ferula scorodosma Benth. u. Hook., sowie F. narthex Boiss. gewonnene Masse von knoblauchähnlichem Geruch Anwendung.

Pangium edule Reinw.

Einen Brei aus den unreifen Früchten dieser Bixacee hat Zimmermann (Korte Berichten uit'SLands Plantentuin 1900. Teysmannia Bd. 11.

1900. Nr. 3 und 4) zur Bekämpfung der die Kaffeebäume vernichtenden Tylenchen empfohlen. Die Wirkung dieses Breies stützt sich auf die Tatsache, daß sowohl der Bast, wie die Blätter und Früchte von Pangium edule Blausäure enthalten, welche beim Zerkleinern dieser Teile frei wird. Ob das Mittel mit dem zum gleichen Zwecke dienstbar gemachten Schwefelkohlenstoffe konkurrieren kann, ist mir sehr zweifelhaft.

Senfpulver, Brassica nigra.

Dewitz (Bericht Geisenheim **1909**. S. 112) fand, daß trockenes Senfpulver nach Hinzutritt von Feuchtigkeit die Raupen von Conchylis und Eudemis innerhalb 24 Stunden vernichtet.

Giftsumach, Rhus toxicodendron, Rh. varielobata, Rh. vernix, Rh. vernicifera.

Dem Giftsumach (herba rhois toxicodendri) werden in der Praxis insektizide Eigenschaften zugeschrieben; namentlich gegen Reblaus (Phylloxera vastatrix) sollte er wirksam sein. Wie Guerrini (St. sp. 33. **1900**. 45) nachgewiesen hat, eignet sich der Stoff aber für diesen Zweck nicht. Weder ein Auszug von 500 g Sumach in 2 l Wasser noch 500 g trockene Sumachblätter pro Rebstock lieferten einen befriedigenden Erfolg.

Haplophyton cimicidum.

Eine in Mexiko heimische, daselbst cucaracha- (Schaben) Kraut benannte, in die Familie der Apocynaceen gehörige Pflanze, wurde von der mexikanischen Comisión de Parasitología Agrícola als Vernichtungsmittel für die den Orangen- und Mangobäumen schädliche Fruchtfliege Trypeta ludens empfohlen. Für den Menschen vollkommen ungefährlich, soll das Kraut auf die Insekten durch Beeinflussung des Nervensystems tödlich wirken. Die Pflanze kann frisch oder getrocknet zur Herstellung eines Auszuges (8 kg trockenes zerschnittenes Kraut auf 100 l Wasser) verwendet werden. Vor dem Gebrauche sind der Flüssigkeit 8 kg Zucker hinzuzufügen. Zur Verspritzung auf die von den Fliegen umschwärmten Bäume oder als Köder.

Microsechium helleri.

Die in Mexiko heimische Pflanze enthält in den Wurzeln Saponin. Frische Wurzelstücke nach dem Zerquetschen eine Stunde lang mit Wasser ausgelaugt (5 kg Wurzeln in 100 l Wasser) liefern eine Brühe, welche nach den Angaben mexikanischer Pflanzenpathologen nicht nur nackte Schnecken, Engerlinge, Staphylinus, Kohlraupen (Pieris), Chionaspis, Porcellius und Lumbricus, sondern auch die Rebläuse unter Erhaltung des Weinstockes vernichten soll.

Tuba.

Die Wurzeln der Leguminose Derris elliptica Benth. enthalten einen schwach aromatischen, adstringierend wirkenden, die Schweifabsonderung befördernden Stoff,

welcher auf der Insel Java als tuba (Fischgift) deshalb bezeichnet wird, weil er schon in starker Verdünnung die Fische betäubt. Chinesische Gartenbauer haben die Derris-Wurzel auch zur Insektenvertilgung benutzt. Auf Sumatra hat sie gegen Blattläuse an Tabakspflanzen gute Dienste geleistet. Die Zubereitung erfolgt durch Einstampfen von 1½ kg frischer Wurzel in 20 l Wasser, Auslaugung und Verdünnung von je 1 l dieser Lauge mit 1 Tonne Wasser.

Wurmfarnwurzel, Aspidium filix mas Sw.

Die pulverisierte Wurzel des Farnkrautes, in der Pharmacie als rhizoma filicis maris bezeichnet, besitzt nach Dufour (Destruction du ver de la vigne. Lausanne **1893**. S. 12) Eigenschaften, welche den Traubenwicklerraupen nachteilig sind.

Eine Brühe nach der

Vorschrift (29):	Farnwurzelabkochung . .	1 kg
	Schmierseife	3 „
	Wasser	96 l

bewirkte, daß von 15 Wicklerraupen 8 getötet wurden und 3 in einen krankhaften Zustand verfielen, während 4 unverletzt blieben.

III. Dem Mineralreich entnommene oder durch einen chemischen Prozeß aus tierischer bezw. pflanzlicher Substanz gewonnene Grundstoffe.

A. Anorganische Stoffe.

Metalloide und deren Verbindungen:

Chlor.

Das Chlorgas ist von Britton (Jahresber. Connecticut **1907**. 270) versuchsweise gegen Aspidiotus perniciosus auf ruhenden Apfelbäumen angewendet worden. Hierbei wurden nicht nur die Läuse vollkommen zerstört, sondern auch die Bäume schwer beschädigt, in erster Linie die Knospen, dann aber auch die in der Umgebung befindlichen Rinden- und Holzgewebe. Für grüne Pflanzen bleibt die Anwendung von Chiorgas ohne weiteres ausgeschlossen.

Chlorwasserstoff.

Salzsäure wurde in einer zweiprozentigen Lösung von Bolley (Bull. 9. Nord-Dakota, Z. f. Pfl. **1894**. 119) als Beize für schorfiges Kartoffelsaatgut benutzt. Dieselbe verletzte jedoch bei einer zwischen 5 und 24 Stunden währenden Beizdauer die Augen der Kartoffeln.

Wüthrich (Z. f. Pfl. **1892**. 16) prüfte das Verhalten verschiedener Sporenarten in hängenden Tropfen von 0,036prozent. Salzsäure. In solcher gelangten die Konidien von Phytophthora infestans de Bary weder zur Bildung von Schwärmsporen noch zur direkten Auskeimung. Das nämliche Verhalten zeigten auch die Zoosporen von Phythophthora infestans de Bary, die Konidien und Zoosporen von Plasmopara viticola de Bary, die Sporen von Ustilago carbo Tul. sowie die Uredosporen von Puccinia graminis. Dufour (Destr. du ver de la vigne S. 6) fand, daß die Raupen von Conchylis in 10-, 20- und 50prozent. Salzsäure lebend bleiben, und daß erst eine Abtötung derselben bei Eintauchung in konz. Salzsäure erfolgt.

Brom, Jod, Fluor.

Ihres hohen Preises halber eignen sich die Verbindungen des Bromes und des Jodes nicht für die Herstellung pflanzenpathologischer Bekämpfungsmittel.

Fluorhaltige Abfallaugen sind gelegentlich als Beizmittel für brandiges Saatgetreide empfohlen worden. Obwohl dem Fluor germizide Eigenschaften zukommen, hat es aber doch keinen Eingang in die Brandbeize gefunden.

Wasserstoffsuperoxyd, H_2O_2.

Untersuchungen von Hitchcock und Carleton (Bull. 38. Versuchsstation Manhattan, Kansas) haben ergeben, daß Wasserstoffsuperoxyd die Keimung der Uredosporen von Puccinia graminis, Puccinia rubigo-vera und Puccinia coronata befördert. Für die Versuche hatten die Genannten bei Puccinia graminis eine 1 : 1000-Lösung und 7stündige, bei Puccinia rubigo-vera eine 1prozent. Lösung und 17—18stündige, bei Puccinia coronata eine 3prozent. Lösung und 21- bis 24stündige Einwirkungsdauer zugrunde gelegt.

Schwefel, S.

Der Schwefel gehört zu den Bekämpfungsmitteln, die sich infolge ihrer Wohlfeilheit, leichten Handhabung und guten Wirksamkeit einen festen Platz in der Pflanzenheilkunde erworben haben. Er wird vorwiegend als Fungizid, im besonderen gegen die durch den Besitz eines ektophyllen Myzeles gekennzeichneten echten Mehltaue (Erysiphe, Uncinula, Sphaerotheca usw.), daneben aber auch als Insektizid, namentlich in Gewächshäusern, verwendet. Über die Art und Weise seiner Wirkung gehen die Ansichten noch erheblich auseinander. Ursprünglich wurde angenommen, daß das Schwefelpulver rein mechanisch wirkt. Diese Ansicht hat sich als unhaltbar erwiesen, ebenso wie die Annahme, daß die Schwefelteilchen beim Aufstoßen auf die Blätter Elektrizität entwickeln und hierdurch pilzzerstörende Eigenschaften erlangen. Nach Windisch (L. J. 30. **1901**. 447) ist die Hauptwirkung des Schwefels eine chemische, welche in erster Linie auf der Bildung von schwefliger Säure beruht. Daneben, allerdings nur ganz vorübergehend, soll auch noch etwas Schwefelwasserstoff entstehen.

Nach Marcille (C. r. h. 152. 780) beruht die Wirkung des Schwefelpulvers auf den geringen Mengen der in ihm enthaltenen „acide sulphurique". Er empfiehlt deshalb sublimierten Schwefel mit einem höheren Gehalt an Schwefelsäure in der Weise herzustellen, daß feuchtes Gas von schwefliger Säure in die Bleikammern eingeblasen wird. Dieser Mutmaßung ist entgegenzuhalten, daß der schwefelsäurefreie gemahlene Schwefel nicht anders wirkt, wie der größere oder kleinere Mengen von Schwefelsäure enthaltende gefällte Schwefel. Jedenfalls bedarf die Annahme von Marcille noch sehr des Nachweises ihrer Richtigkeit.

Fest steht bis jetzt nur, daß die Luftwärme und die Sonnenwirkung bei der Entwicklung der fungiziden Eigenschaften des Schwefels eine Rolle spielen. Seine günstigste Wirksamkeit entwickelt er unter dem Einfluß höherer Temperaturen zwischen 24—38° C. Bei 24—26,3° C. sind 8 Tage, bei 32 bis 35° nur 4—5 und bei 38° C. nur 1—2 Tage erforderlich, um sämtliches Pilzmyzel zu vernichten.

Von den verschiedenen Formen des Schwefels, welche der Handel feilbietet, eignet sich nur die Pulverform für pflanzenpathologische Zwecke. Der pulverförmige Schwefel wird gewonnen entweder durch Mahlung des Stangenschwefels (franz. soufre trituré) oder durch Sublimation: sublimierter Schwefel (franz. soufre sublimé, soufre en fleure) oder endlich durch Fällung aus Schwefelleberlösung vermittels schwacher Säuren (franz. soufre precipité). Im Preis am höchsten steht der gefällte Schwefel. Der gefällte Schwefel unterscheidet sich schon durch seine schmutzigweiße Farbe von dem gemahlenen Schwefel und der Schwefelblüte. Gemahlener Schwefel besitzt eine in das Weißliche übergehende Farbe. Unter dem Mikroskop erscheinen seine einzelnen Teilchen splittrig, eckig und scharfkantig, die Stäubchen von Schwefelblüte dahingegen nierenförmig, abgerundet und hefezellenartig aneinandergereiht. Die Schwefelblume benetzt sich schwer mit reinem Wasser. Ihre Benetzung erfolgt aber ziemlich schnell, wenn dem Wasser etwas Seife und Soda, je 1% des Gewichtes vom Schwefel, zugesetzt wird.

Für die Beurteilung der drei Formen sind folgende Gesichtspunkte maßgebend: 1. die Reinheit, 2. die Feinheit, 3. die Gleichmäßigkeit, 4. die Klebekraft.

Die Reinheitsermittelung hat sich auf den Feuchtigkeitsgehalt und die Abwesenheit fester fremder Bestandteile zu erstrecken. Ersterer wird festgestellt durch Vertreibung des Wassers im Trockenschranke, wobei jedoch dem Umstande Rechnung zu tragen ist, daß der Schwefel bei seiner Erwärmung nicht nur seine Feuchtigkeit verliert, sondern auch in Gasform übergeht. Es ist deshalb erforderlich, die Zeit der Trocknung und die Temperatur, bei welcher letztere vorgenommen wird, in allen Fällen vollkommen gleichmäßig zu bemessen. Die Trocknungen sollen nicht bei Temperaturen über 70° ausgeführt werden, weil anderenfalls die Vergasung der festen Schwefelteilchen einen zu hohen Prozentsatz erreicht und leicht ein falsches Bild über den Feuchtigkeitsgehalt gibt.

Ein reiner Schwefel hinterläßt bei seiner Verbrennung auf einer weißen Porzellanplatte und bei seiner Lösung in Schwefelkohlenstoff keinen nennenswerten Rückstand. Im letzteren Falle allerdings nur, wenn kristallinischer Schwefel zur Untersuchung vorliegt. Gegenüber dem amorphen Schwefel, wie ihn die Schwefelblüte in verschieden großen Mengen enthält, versagt die Schwefelkohlenstoffprobe, da der amorphe Schwefel in CS_2 unlöslich ist. Dieses Verhalten wird dazu benutzt, um erforderlichenfalls die Menge der Schwefelblüte und die des kristallinischen Schwefels in einer gegebenen Probe zu bestimmen. Bekanntlich setzt sich der amorphe Schwefel beim Lagern in kristallinischen um. Hieraus ist zu erklären, daß ein und dieselbe Schwefelprobe verschiedenen Gehalt an amorphen Bestandteilen aufweisen kann.

Ein Schwefel mit mehr als 0,5% Verbrennungsrückstand ist als verunreinigt zu bezeichnen.

Je feiner ein Schwefelpulver ist, desto vollkommener kann die Verteilung, die Haftfähigkeit an der Pflanze und die Entwicklung der pilz- bezw. insektentödlichen Gase sein. Für die Ermittelung des Feinheitsgrades können zur Hilfe gezogen werden das Mikroskop, die Tast- und Siebprobe, die Bestimmung des

Litergewichtes und das Sulfurimeter Chancel (Abb. 2). Vollständig unzuverlässige Ergebnisse liefern die Tast- und die von Wacker (M. W. K. 13. **1901**. 138) geforderte Siebprobe. Durch das Mikroskop sind nur ungenügende Anhalte zu gewinnen (Windisch). Vom Verbande der deutschen Versuchsstationen wird die Chancelprobe für Feinheitsbestimmungen im Schwefel gefordert. Übereinstimmende Resultate liefert das Chancelverfahren aber nur dann, wenn die nachfolgenden vom Verbande aufgestellten Vorschriften peinlich genau innegehalten werden. Die zur Prüfung verwendete Menge soll mindestens 300 g betragen. Sie muß ein Durchschnittsmuster vieler Einzelproben darstellen, von denen aus jedem Sacke mindestens eine zu entnehmen ist. Der zur Ermittelung des Feinheitsgrades nach Chancel benutzte Äther muß chemisch reiner über Natrium destilierter Äther sein. Für das Sulfurimeter nach Chancel sind folgende Abmessungen erforderlich. Inhalt bis zur Marke 100 (unterer Meniskus) bei 17,5° C = 25 cm. Länge des Rohres bis zum Teilstrich 100 = 175 mm. Länge des geraden Abschnittes des Rohres = 12,5 mm. Ferner ist die Untersuchung bei der gleichbleibenden Temperatur von 17,5° C. vorzunehmen. Nach erfolgtem Durchschütteln sind Erschütterungen des Rohres zu vermeiden.

Abb. 2. Sulfurimeter nach Chancel.

Der Ventilato-Schwefel pflegt eine Feinheit von 85° Ch., der Raffinato 50° und der Floristella 42° zu besitzen. Eine allzu feine Mahlung des Schwefels ist insofern von Nachteil, als sie ein Zusammenballen der Schwefelstäubchen begünstigt. Im übrigen steigt die Neigung zum Aneinanderkleben mit dem Feuchtigkeitsgehalt des Schwefelpulvers. Schwefelblume von mittlerer Güte weist eine Feinheit von 60—70° Ch., solche von sehr guter Beschaffenheit 70 bis 85° Ch., auch bis 88° Ch. auf. Demgegenüber pflegt gemahlener Schwefel gewöhnlich bestenfalls 60—70° Ch. zu erreichen.

Der mit scharfen Kanten und ebenen Flächen versehene gemahlene Schwefel haftet besser als der sublimierte, dessen einzelne Stäubchen vorwiegend Nieren oder Kugelform besitzen. Im übrigen ist die Klebekraft um so größer, je feiner der Schwefel ist.

Verwendungsweisen des Schwefels. Der Schwefel ist versuchsweise innerlich, im übrigen aber vorwiegend nur äußerlich zur Anwendung gebracht worden, im letzteren Falle als Insektizid wie auch als Fungizid, für sich allein und im Gemisch mit anderen Pilz- oder Insektenbekämpfungsmitteln.

Innerliche Verwendung.

Galloway (J. M. 7. 195) hat den Versuch unternommen, Winterweizen durch eine Düngung mit Schwefelblume vor Rostbefall zu schützen. Weder eine Gabe von 30 und 60, noch von 120 g auf eine 20 Fuß = 61 m lange Reihe von Pflanzen, vermochte aber diese Aufgabe zu erfüllen. Sowohl das Stroh- wie das Körnererträgnis erhob sich aber über den Durchschnitt. Mit Rücksicht darauf, daß eine Feststellung der mechanischen und chemischen Bodenbeschaffenheit

bei diesem Versuche nicht erfolgte, darf dem erzielten Ergebnis nur untergeordnete Bedeutung beigelegt werden.

Äußerliche Verwendung.

a) Als Insektizid.

Durch unterirdische Anwendung von Schwefelblume — 500 kg auf den Hektar — versuchte Kühn (B. 3. 88) die Rübenälchen (Heterodera schachtii) auf rübenmüden Feldern zu zerstören, indessen ohne befriedigenden Erfolg. Oberirdisch hat das Schwefelpulver gegenüber schleimhäutigen Niedertieren, wie die Larven von Crioceris asparagi, Cr. 12-punctata und Eriocampoides limacina günstige Erfolge gezeitigt. Gepulverter Schwefel eignet sich weiter zur Vertilgung von Milben (Bryobia, Tetranychus), wobei allerdings Voraussetzung ist, daß die Schwefelblume lange genug wirken kann. Volck (Bull. 153, Kalifornien) fand, daß es bisweilen einer Zeit von 4 Wochen bedarf, bis der gewünschte Erfolg eintritt. Im Freien wird die Luftbewegung wohl nur selten das Schwefelpulver auf den bestäubten Pflanzenteilen derartig lange liegen lassen, auch dann nicht, wenn der Schwefel mit Mehlkleister vermischt worden ist. Dahingegen ist die Vertilgung der Milben durch Schwefelblüte in den Gewächshäusern und Saatbeeten am Platze. Weldon (J. e. Ent. **1910**. 430) hatte gleichfalls gute Erfolge in der Bekämpfung von roter Milbenspinne (Tetranychus bimaculatus) an Obstbäumen mit einer Mischung von 3—4 kg Schwefelpulver in 100 l Wasser zu verzeichnen. Auch die Larven von Bryobia pratensis erliegen zum größten Teile diesem Mittel. Ferner berichtet Playfair (I. M. N. 3. 46) von guten Erfolgen, welche er mit dem Schwefelpulver gegen Tetranychus bioculatus in einer Teepflanzung erzielte. Ebenso brauchbar hat sich das Verfahren gegen Helopeltis theivora (den Mosquitoblight der Teepflanzen) erwiesen. Überhaupt dürfte der Verwendung des gemahlenen Schwefels in den Tropen noch ein weites Feld offen stehen. Playfair feuchtete, dort wo hinlänglich Wasser zur Verfügung stand, die Pflanzen zunächst leicht an und bepulverte sie dann. Bei Wassermangel schwefelte er ohne weiteres. Als geeigneter Augenblick für eine derartige Behandlung der Teepflanze wird die Zeit unmittelbar vor dem Ausschneiden bezeichnet. Das auf den Hektar erforderliche Quantum Schwefel betrug 75—100 kg.

Völlig unbrauchbar zur Vernichtung von Aspidiotus perniciosus befand Coquillett (Bull. 23. D. E. 32) eine Schwefelbrühe, welche er durch einstündiges Aufkochen von 12 kg Schwefelblume in 100 l Wasser hergestellt hatte.

Neben dem reinen Schwefel finden auch noch Verdünnungen desselben mit irgend einem anderen staubfeinen Materiale, wie Asche, Kalkpulver, Ruß, Gips, Talk, Ziegelmehl usw. sowie auch Verstärkungen durch Schmierseife, Gaskalk, Naphthalin und Insektenpulver gelegentlich Verwendung, namentlich gegen den Erdfloh (Haltica) auf Weinreben. Eine Vorschrift für den letztgenannten Zweck ist

Vorschrift (30):	Schwefel	24 kg
	Insektenpulver	2 „
	Kalkpulver	74 „

Weder die Verdünnungen noch derartige Verstärkungen haben sich aber in der Praxis bis jetzt ein nennenswertes Feld zu erobern vermocht.

b) Als Fungizid.

Auch der fungiziden Zwecken dienende Schwefel ist im Boden zur Anwendung gebracht worden. Stone (Zirk. Nr. 21. Massachusetts **1909**) erzielte günstige Ergebnisse mit der Brandverhütung bei Zwiebeln durch Einstreuen eines Gemisches von 112 kg Schwefel und 56 kg Ätzkalkpulver für 1 ha zwischen die Drillreihen. Wiederholt sind Schwefeldüngungen auch zur Verhütung des nach Ansicht verschiedener Pflanzenpathologen auf pilzliche Parasiten zurückzuführenden Kartoffelschorfes benutzt worden.

So haben in neuester Zeit von Bernhard (D. L. Pr. **1910** Nr. 16. **1911** Nr. 15/16) ausgeführte Versuche gelehrt, daß durch die Einführung von Schwefelblume in den Boden — 400 kg auf 1 ha — die Menge des Schorfbefalles erheblich herabgesetzt wird. Der Genannte hat auch versucht, eine Erklärung für diese Tatsache zu geben, indem er darauf hinweist, daß die — nicht näher bezeichneten — Schorfbakterien alkalischen Boden bevorzugen und daß durch die Oxydation des Schwefels zu schwefliger Säure und schließlich zu Schwefelsäure die Bodenalkalität vermindert wird. Beweise für diese Behauptung hat Bernhard nicht beigebracht. Für die in manchen Fällen stattfindende Verminderung der Schorfkrankheit durch Schwefeldüngung liegt somit noch keine annehmbare Erklärung vor.

Weit öfter, ja fast ausschließlich kommt der Schwefel für den oberirdischen Gebrauch in Frage. Seine pilztötenden Leistungen bleiben hierbei aber auf die echten Mehltauarten (Erysiphaceae) beschränkt. Gleichwohl sind sie überaus wertvoll, einmal weil die echten Mehltaue eine weite Verbreitung haben und sodann weil Kupfervitriol, das Fungizid katexochen seine Dienste gegenüber den Mehltaupilzen versagt. Einen wesentlichen Faktor bei der Wirkung des Schwefels bildet die ektophylle Lage des Mehltaumyzeles. In das mit Luft durchsetzte Gewirr der Hyphenfäden vermögen wäßrige Flüssigkeiten nicht einzudringen, wohl aber können das die vom Schwefel entwickelten Gase. Das Schwefelpulver übernimmt somit die Rolle eines Hyphentöters (Hyphozid) und stellt damit einen vollkommen selbständigen Typ von Bekämpfungsmitteln dar. Nicht alle Fälle von Mehltauvorkommen eignen sich indessen zur Bekämpfung mit Schwefel. So stehen der Schwefelung der mit Erysiphe graminis behafteten Getreidefelder die besonderen kulturellen Umstände entgegen. Das Betreten der Getreidefelder würde mehr Schaden verursachen als der durch die Pilzbekämpfung zu erzielende Nutzen beträgt. Dahingegen bietet der Obst-, Wein- und Gartenbau ein sehr geeignetes Feld für die Nutzbarmachung des Schwefels, an erster Stelle zur Bekämpfung des echten Mehltaues der Weinstöcke (Oidium tuckeri = Uncinula necator). In welchem Jahre dieses Verfahren zum ersten Male ausgeführt worden ist, läßt sich mit Sicherheit nicht mehr ermitteln. Brauchbar für die Mehltaubekämpfung ist nur der gemahlene und der gefällte Schwefel (Windisch, L. J. 30. **1901**. 447). Seine Einwirkung auf das Oidium beginnt bei 24° C., sie erreicht bei 38° C. ihr Optimum und führt bei 43,5° C. zu Beschädigungen

der Pflanze. Bei sehr hohen Hitzegraden ist es ratsam, zur Vermeidung von Blattverbrennungen das Schwefelpulver auf den Boden zu streuen. Solange als dicke Wassertropfen auf den Blättern hängen, hat das Schwefeln zu unterbleiben, weil andernfalles die Schwefelstäubchen sich zu Klümpchen vereinigen. Bei den Bestäubungen kommt es aber weniger auf die Masse des aufgebrachten Schwefels an, als vielmehr auf eine gleichmäßig feine Bedeckung aller Teile. Zu vermeiden ist ferner bei Weinstöcken das Schwefeln in vorgeschrittener Jahreszeit, weil letzteres sehr leicht dem Weine Schwefelwasserstoffgeruch (Böckfern) verleiht. Auf der anderen Seite hat Peglion (R. A. L. **1910**. 458) gezeigt, daß die Bekämpfung des Oidium nicht mit dem Monat August abgeschlossen werden darf, wenn anders sie die Perithezienbildung verhindern soll. Die Erfüllung beider Forderungen gehört nicht zu den Unmöglichkeiten. Ob sie vorteilhaft ist, hängt ab von der Güte der in Frage kommenden Rebsorte, dem Reifezustande der Trauben und dem Grade des Oidiumauftretens.

Geschwefelte Reben pflegen im allgemeinen ein kräftigeres Wachstum zu zeigen wie ungeschwefelte, weniger unter dem Durchrieseln (Coulure) und der Erinose zu leiden und um 8—10 Tage zeitiger zu reifen. Manche Rebsorten, wie z. B. Othello, verlieren aber auch nach dem Schwefeln die Blätter. Für solche Fälle hat Truchot (Pr. a. v. **1912**. II. 73) das Kaliumpermanganat (siehe dieses) empfohlen.

Auf den Hektar Weinberg werden bei mittelhoher Erziehungsart und sachgemäßer Zerstäubung 60—80 kg Schwefel benötigt.

Die besten Erfolge sind mit der Schwefelung bei vorbeugender Behandlung zu erzielen. Zweckmäßigerweise werden die Reben bereits vor der Blüte einmal geschwefelt. Eine zweite Bepulverung macht sich bald nach dem Blütenblätterfall notwendig. Dem Schwefeln in die Blüte stehen begründete Bedenken nicht entgegen. Im übrigen ist nach dem Grundsatze zu verfahren, daß bei anhaltend heißer und trockner Witterung die Bedeckung der Rebteile mit einem zarten Anflug von Schwefelpulver notwendiger erscheint als bei feuchter, regenreicher Witterung. Beim Schwefeln empfiehlt es sich, die Ausführöffnung des Blasebalges nicht nur auf die Blätter usw. zu richten, sondern auch in das Innere der Belaubung hineinzubringen.

Eine weitere für die Bekämpfung mit Schwefel geeignete Pilzart ist der Rosenmehltau (Sphaerotheca pannosa). Im allgemeinen wird hier der Fall so liegen, daß eine Bekämpfung des bereits vorliegenden Mehltaues zu erfolgen hat. Hierzu ist eine etwa alle 14 Tage zu wiederholende Schwefelung erforderlich. Die vorliegenden Berichte lassen erkennen, daß damit ein genügender Schutz der nachgebildeten Triebe erzielt wird.

Für die Bekämpfung des amerikanischen Mehltaues auf Stachelbeeren eignet sich der Schwefel nicht, da sich die Blätter und Früchte gegenüber den aus dem Schwefel gebildeten Gasen derart empfindlich zeigen, daß sie zu vorzeitigem Abfall veranlaßt werden. Als Ersatzmittel dient die Brühe von Schwefelleber.

Gleichfalls gute Erfolge erzielte Sturgis (Jahresbericht d. Versuchsstation Connecticut 1892, S. 36—49, 1893 S. 72—111) vom Schwefeln bei Cercospora

apii Fres. auf Sellerie in trockenen Jahren. Er läßt es jedoch fraglich erscheinen, ob gleich gute Wirkungen bei vorherrschend feuchter Witterung zu erhoffen sind.

Dahingegen bewährte sich das Schwefeln nicht gegen den Birnenschorf, Fusicladium pirinum Fckl. (Goff, J. M. 7. 19). Es lieferten vergleichsweise:

unbehandelte Birnbäume	2,37 %	Äpfel 1. Sorte,	32,84 %	2. Sorte,	64,78 %	3. Sorte.
6 mal geschwefelte „	1,50 „	„ „	26,09 „	„	72,41 „	„

Ebenso nutzlos erwies sich nach Galloway (J. M. 7. 195—226) das alle 10 Tage widerholte Überstäuben der Getreidepflanzen zur Abhaltung bezw. Beseitigung des Rostes im Weizen, ja es hatte sogar den Anschein, als ob das Schwefeln die Rostbildung befördert habe, denn es enthielt:

unbehandelter Winterweizen	= 1	rostige Pflanzen
geschwefelter „	= 20	„ „

Hiermit stimmt eine Beobachtung von Hitchcock und Carleton (Versuchsst. v. Kansas Bull. 38) überein, welche in dem Schwefel einen, das Wachstum der Uredineen begünstigenden Stoff erkannten. Weitere Bestätigung liefert ein Versuch von Kellermann (Versuchsstation Kansas. Bull. 22. 90), welchem zu entnehmen ist, daß eine Überstäubung von Weizen, Gerste und Hafer mit Schwefelblume den Rost nicht irgendwie zu vermindern vermag.

Vereinigung des Schwefels mit anderen Fungiziden.

Der Wirkungsbereich des Schwefelpulvers ist ein immerhin beschränkter, und es lag deshalb der Gedanke nahe, denselben durch Vereinigung des Schwefels mit einem anderen Fungizid zu vergrößern. In Frage kommen für diesen Zweck fast nur die kupfersalzhaltigen Mittel. Die gebildeten Mischungen haben entweder Pulver- oder auch Brühenform. Nachstehend eine Vorschrift für ein Pulver:

Vorschrift (31):	Schwefelpulver	70 kg
	Fostit mit 20 % Cu . . .	30 „

Fostit ist die Handelsmarke für eine Mischung aus Talk- und Kupfervitriolpulver.

Bei der Herstellung von Mischbrühen mit Schwefelpulver ist zu beachten, daß sich letzteres nur schwer mit Wasser benetzen läßt und deshalb beim Einwerfen in die Kupfersalzbrühe Klumpen bildet. Um diesen Übelstand zu verhüten, wird in Frankreich ein leicht benetzbarer Schwefel als Soufre mouillable in den Handel gebracht. Dem gleichen Zwecke soll ein als Hydrosoufre bezeichneter Schwefel dienen, dem außerdem noch nachgerühmt wird, daß er auch bei Regen an den Blättern festhaften bleibt. Durch Anrühren des Schwefelpulvers mit etwas Spiritus, Ammoniak, Fettkalk oder Schmierseifenlauge läßt sich gleichfalls eine hinlängliche Benetzung des Schwefels mit Wasser erzielen.

Vereinigungen von Kupferbrühen mit Schwefelpulver finden sich namentlich bei den französischen Weinbauern im Gebrauch.

In Frankreich wird der Schwefel auch als Mittel zur Verhütung von Schäden durch die Frühjahrsfröste benutzt.

Schwefelwasserstoff, SH_2.

Wiederholt sind Versuche unternommen worden, den Schwefelwasserstoff für pflanzentherapeutische Zwecke dienstbar zu machen, bisher ohne nachhaltigen Erfolg. Dabei scheint das Gas ein kräftig wirkendes Atmungsgift zu sein. Möglicherweise bildet es auch ein brauchbares Mittel gegen Außenpilze (Erysiphaceae).

Coquillett (I. L. 6. 176) ließ Schwefelkohlenstoff an Limonenbäumen, welche durch ein übergestülptes, gasdichtes Zelt abgeschlossen wurden, wirken. Der Erfolg war ein unbefriedigender. Dahingegen ermittelte Britton (Jahresber. Connecticut. 1907. 270), daß eine aus 2270 g (5 Pfund) Schwefeleisen durch 2400 g Schwefelsäure entbundene Menge von Schwefelwasserstoff in einem Raume von 2,8 cbm absolut tödlich auf Aspidiotus perniciosus wirkte. Le Roy (Jb. Z. **1870**. 61) will günstige Ergebnisse bei Engerlingen erzielt haben, wenn er schwefelkieshaltige Asche unter den mit diesem Schädiger durchsetzten Boden mischte.

Vor längerer Zeit wurde dem Dr. Precht in Neustaßfurt ein Verfahren zur Vertilgung von Bodenungeziefer patentiert, dessen wesentliches Kennzeichen die Erzeugung von Schwefelwasserstoff innerhalb der Ackerkrume ist.

Schwefelchlorür, ClS.

Der Chlorschwefel wurde von Vosseler (Der Pflanzer. **1907**. 61) als Vertilgungsmittel für Kaninchen, Ratten, Mäuse, Ameisen u. dergl. in Vorschlag gebracht. Er bildet eine klare, braungelbe, schwere, ätzende Flüssigkeit, deren stechende Dämpfe als Atmungsgift wirken. Infolge ihrer spezifischen Schwere bahnen sich die im Boden entwickelten Dämpfe ihren Weg selbständig abwärts in die tiefer gelegenen Teile der Hamsterbaue. Für den oberirdischen Gebrauch eignet sich das Mittel nicht.

Schweflige Säure, SO_2.

Die schweflige Säure eignet sich ihrer scharfen, stechenden, schleimhautreizenden Eigenschaften halber als Atmungsgift gegen Niedertiere. Daneben ist sie auch als Fungizid verwendbar. Nur fehlen zur Zeit noch genauere Untersuchungen über ihr Verhalten gegen die Pilze. Ein besonderer Vorzug der schwefligen Säure ist es, daß sie sich auf einfache Weise und ohne große Kosten erzeugen läßt. Der übliche Weg hierzu besteht in der Verbrennung von Schwefel. Eine systematische Ausnutzung der Sulfit-Abfallaugen für diesen Zweck hat bisher noch nicht stattgefunden. Einen erheblichen Nachteil des schwefligsauren Gases bildet seine Sucht, die Feuchtigkeit der Umgebung an sich zu reißen und sich zu Schwefelsäure zu oxydieren. Für eine Bekämpfung von Pflanzenschädigern im freien Lande eignet sich die Schwefelsäure nicht, sie kommt vielmehr nur für geschlossene Räume, wie Gewächshäuser, natürliche Gänge im Erdboden, Höhlungen in Baumstämmen oder künstlich hergestellten Erdlöchern in Frage. Gegenwärtig sind folgende Verwendungsarten der schwefligen Säure im Gebrauche: 1. die Vernichtung von unterirdisch lebenden Nagetieren, 2. die Befreiung des Saatgutes

von Krankheitserregern, 3. die Bekämpfung von Insekten in geschlossenen Räumen, 4. die Verwendung als Fungizid.

Für die Vertilgung der im Boden wohnenden Hamster und Kaninchen empfiehlt sich die schweflige Säure gegenüber den Gift- und Bazillenködern sowie gegenüber dem Schwefelkohlenstoff durch die Einfachheit des Verfahrens, die Feuerungefährlichkeit, die Ungiftigkeit und die Billigkeit. Erforderlich ist dabei eine sogenannte Schwefelkanone zur Verbrennung von Schwefel über glühender Holzkohle oder Koks. Die entstehenden Schwefeldämpfe sind in die Luftröhren der Nager einzupumpen, solange, bis sie aus allen Lauflöchern hervorqualmen. Alsdann werden alle Ausgänge mit Erde verstopft, worauf noch eine Zeitlang weiter schweflige Säure einzupressen ist. Gewöhnlich benötigt ein Bau 500 g Schwefel und eine Arbeitszeit von 10 Minuten.

Ein patentiertes Verfahren von Marckwald (D. R.-P. Nr. 98286), welches sich auf der Kalziumbisulfitlauge aufbaut, bezweckte die Vertilgung von bodenlebigen Niedertieren (Rebläusen, Nematoden, Engerlingen usw.) durch das Gas von schwefliger Säure. Die Lauge ist in 25—40 cm tiefe Erdlöcher einzufüllen. Ein Teil der freiwerdenden schwefligen Säure soll in die Poren des Erdbodens eindringen, ein anderer Teil sich zu Schwefelsäure oxydieren und dadurch den Gasentbindungsprozeß fortsetzen, bei dessen Abschluß dann unschädliches schwefelsaures Kalzium den Rückstand bildet. Versuche, welche ich mit diesem Verfahren anstellte, zeigten, daß es sich zur Reblausvertilgung nicht eignet. Offenbar wird die schweflige Säure vollkommen zu Schwefelsäure verwandelt, bevor sie in größere Bodenentfernungen eindringen kann.

Versuche über die Brauchbarkeit der schwefligen Säure zur Abtötung der in Sämereien befindlichen Insekten, wie Bruchus in Bohnen, Anthonomus in Baumwollsamen stellte Marlatt (Bull. 60. B. E. 139) an, wobei er namentlich an einen Ersatz für den feuergefährlichen Schwefelkohlenstoff und das sehr giftige Blausäuregas dachte. Dabei ermittelte er, daß freilebende Insekten der schwefligen Säure sehr bald erliegen, daß gegenüber den in den Samen befindlichen Niedertieren aber eine langanhaltende Einwirkung des Gases unter Druck erforderlich ist, um Abtötung herbeizuführen. In Gegenwart von hoher Luftfeuchtigkeit wirkt die schweflige Säure stark ausbleichend, außerdem greift sie die Keimkraft der Samen an. Für diejenigen Fälle, in denen weder der eine noch der andere dieser Nachteile eine Rolle spielt, empfiehlt Marlatt 12—17stündige Behandlung mit einem 1—5% SO_2 enthaltenden Luftgemisch im geschlossenen Raume.

In neuerer Zeit hat die schweflige Säure auch Verwendung im Kampfe gegen den Heu- und Sauerwurm (Conchylis ambiguella, Eudemis botrana) gefunden und zwar in Form einer winterlichen Räucherung der Rebstöcke. Zur Ausführung des Verfahrens bedarf es einer größeren Anzahl der auf Abb. 3 dargestellten Blechhauben. Die Einführung des brennenden Schwefels erfolgt durch ein seitliches Loch in der Blechwand. Bei einer Temperatur von 30° liefern 20 g Schwefel etwa 75 l schweflige Säure. Fadenschwefel eignet sich besser als der kompakte Stangenschwefel. Durch die Verbrennung des Schwefels wird innerhalb der Blechhaube ein ziemlich hoher Grad von Wärme erzeugt. Ruhende

Reben vertragen eine Temperatur von 70°, für treibende Reben darf dieselbe dahingegen höchstens 60° betragen. Bei gewöhnlicher Außentemperatur kann der Rebstock ohne Nachteil 10—15 Minuten lang geräuchert werden, während bei annähernd 0° und nach einem Regen die Behandlung mit SO_2 unterbleiben muß. Die Blechglocken haben zweckmäßigerweise eine hohe Bauart und einen Inhalt von 80—125 l. Für Glocken von 190 × 40 cm Größe reichen 15 g Schwefel und eine 10 Minuten lange Wirkungsdauer aus. Beste Zeit für die Ausführung der Arbeit ist der Monat Februar. Drei Arbeiter können mit 12 Apparaten täglich 350 bis 400 Stöcke säubern.

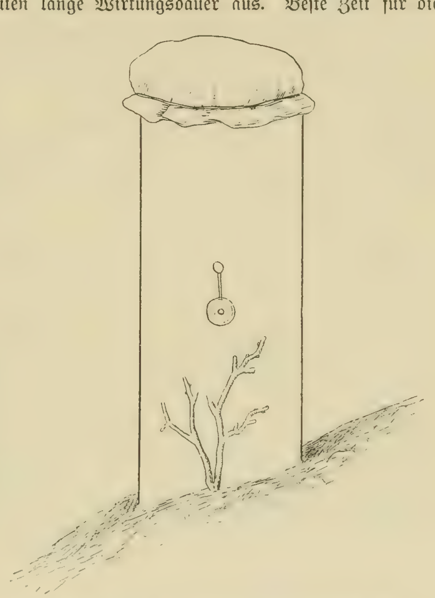


Abb. 3. Blechhaube, wie sie in den Weinbergen der Mosel zur Räucherung der Reben mit SO_2 verwendet wird.

Eine vierte Verwendungsweise, die als Spritzmittel, ist von Krämer (Proc. Americ. Philos. Soc. **1906**. 157) gewählt worden. Nach seinen Angaben beschädigte eine Flüssigkeit, welche 0,1 und 0,2 % schweflige Säure enthält, die Pflanzen nicht. Ja noch mehr, sie wirkte nicht nur vollkommen als Fungizid, sondern übte auch noch auf die als Versuchspflanze dienenden Weinstöcke einen Wachstumsreiz aus. Flüssigkeiten mit 0,5 % SO_2 sind pflanzenschädlich. Krämer glaubt, daß sich flüssige SO_2 als Ersatzmittel für das Schwefeln der Weinstöcke gegen das Oidium eignet. Sturgis (Jahresbericht Connecticut. **1893**. 72) will in Gewächshäusern günstige Erfolge mit der schwefligen Säure gegen den falschen Mehltau des Weinstockes (Plasmopara viticola) und Ewert (Bericht Proskau über 1911. 1912. S. 75) gegen Pl. cubensis in Treibhäusern erzielt haben. Selbst wenn sich diese Wahrnehmung bestätigen sollte, ist sie doch nicht geeignet, das altbewährte Peronosporabekämpfungsmittel, die Kupferkalkbrühe, zu verdrängen, schon deshalb nicht, weil die schweflige Säure für eine vorbeugende Behandlung ungeeignet ist.

Schwefelsäure, H_2SO_4.

Die Schwefelsäure, welche in Verbindung mit Alkalien, alkalischen Erden usw., eine ziemlich große Reihe von Vertilgungsmitteln für tierische und pflanzliche Schädiger geliefert hat, wird für sich allein gegenwärtig fast gar nicht mehr verwendet. In früherer Zeit diente sie u. a. anscheinend auf eine von Noel (Artus Vierteljahresschr., Hilgers Jahresber. 1866, S. 134) ausgegangene Anregung hin namentlich zur Beseitigung der verschiedenen Brandarten vom Saatgetreide. Die Vorschrift von Noel lautete: konz. Schwefelsäure $^1/_2$ kg, Wasser 100 l.

Mit dieser verdünnten Säure ist 1 hl Getreide unter beständigem Umschaufeln zu benetzen. Die Aussaat soll im unmittelbaren Anschluß hieran vorgenommen werden.

Später hat Kühn (Z. Pr. S. **1872**. 283) die Leistungen der Schwefelsäure als Entpilzungsmittel bei Haferbrand und Steinbrand (Tilletia levis Kühn) genauer untersucht. Eine $^1/_2$ prozent. Schwefelsäurelösung zeigte folgendes Verhalten:

Haferbrand (Ustilago avenae)		Glatter Weizen-Steinbrand (Tilletia levis)	
Beizdauer	gekeimt	Beizdauer	gekeimt
1 Stunde	sehr zahlreiche Sporen	$^1/_2$ Stunde	sehr zahlreiche Sporen
5 Stunden	„ „ „	1 „	„ „ „
6 „	weniger „ „	3 Stunden	„ „ „
8 „	vereinzelte „	5 „	„ „ „
10 „	keine Sporenkeimung	10 „	„ „ „

Sehr eingehend hat Herzberg (Vergl. Untersuchungen über landwirtsch. wichtige Flugbrandarten. Halle 1895. Inaug.-Dissert. S. 25) das Verhalten der Schwefelsäure zu den verschiedenen Formen des Flugbrandes geprüft, indem er die Sporen der letzteren einer 15—16 stündigen Beize mit schwachen Säurelösungen unterwarf. Nach ihm beträgt die Konzentration, durch welche eine völlige Abtötung der Brandsporen stattfindet, bei

	altes Sporenmaterial	frisches Sporenmaterial
Ustilago jensenii	1—1,5 %	2—4 %
„ avenae	0,5—0,75 „	0,5—0,75 „
„ perennans	0,1—0,25 „	0,25—0,5 „
„ hordei	0,5—0,75 „	0,5—0,75 „
„ tritici	0,5—0,75 „	0,25—0,5 „

Hiernach erscheint Ustilago jensenii so widerstandsfähig zu sein, daß die zur Beize verwendete Schwefelsäure mindestens 3 prozentig sein müßte. Für Ustilago avenae, U. hordei und U. tritici würde eine 0,66 prozent. Lösung bei 15 stündiger Beize zur Vernichtung der Sporen ausreichen. Ob älteres Flugbrandmaterial tatsächlich widerstandsfähiger ist als frisches, geht leider aus den Herzbergschen Versuchen nicht mit Bestimmtheit hervor, da die Einbeizung des älteren Sporenmaterials bei einer anderen Temperatur (15—18°) als bei den frischen Brandsporen (23° C.) erfolgte. Die Temperatur der Beizflüssigkeit spielt aber, wie Herzberg selbst nachgewiesen hat, eine sehr wichtige Rolle (s. Kupfer).

Die Untersuchungen von Wüthrich (Z. f. Pfl. 1892. 16—31. 81—94) lehrten folgendes über das Verhalten der Schwefelsäure (15 Stunden Wirkungsdauer) zu einigen Sporenarten:

Claviceps purpurea.

0,0049 %, ersichtliche Verminderung von Zahl und Länge der Keimschläuche; 0,049 %, Keimung vollständig unterdrückt.

Phytophthora infestans de By.

0,0049 %, Konidien gelangen innerhalb 15 Stunden weder zur Schwärmsporenbildung noch zur direkten Auskeimung; 0,0049 %, die Bewegung der Zoosporen erstirbt sofort, eine Keimung unterbleibt.

Plasmopara viticola de By.

0,0049 %, Konidien, die Keimung bezw. Schwärmsporenbildung wird verhindert.

Ustilago carbo Tul.

0,0049 %, die Auskeimung der Sporen wird verlangsamt, zum Teil verhindert; 0,049 %, keine Keimung.

Puccinia graminis.

0,049 %, Uredosporen, wenige Auskeimungen, die Keimschläuche verkümmert; 0,49 %, Uredosporen, keine Auskeimungen; 0,0049 %, Aecidiumsporen, eine deutliche Hemmung bemerkbar; 0,049 %, Aecidiumsporen, die Fähigkeit zum Auskeimen ist erloschen.

Für Puccinia coronata fanden Hitchcock und Carleton (Bull. 38 der Versuchsstation Kansas), daß die Uredosporen dieses Rostes in einer 0,1 prozent. Schwefelsäurelösung bei 17—19 stündiger Versuchsdauer nicht zur Auskeimung gelangen.

Gegen den Erdbeerblattbrand, Sphaerella fragariae, erzielte Galloway mit einer Auflösung von 2 l Schwefelsäure in 100 l Wasser gute Erfolge. Die Erdbeerpflanzen sind hiermit bald nach der Fruchternte zu bespritzen. Das alte Laub geht dabei zugrunde, binnen 14 Tagen erscheinen jedoch frische gesunde Blätter.

Eine etwa 4 prozent. Schwefelsäureverdünnung wird gegen die Anthraknose der Reben (Sphaceloma ampelina) empfohlen. Ebenso wirksam und angenehmer in der Zubereitung ist eine Lösung von Eisenvitriol (siehe dieses).

Hiltner (Ö. Z. Z. 28. 1899. 18) hat die konzentrierte Schwefelsäure als Mittel zur Vernichtung der auf den Rübensamenknäueln befindlichen Pilze, vornehmlich von Phoma betae, benutzt. Die Knäuel werden einfach mit der Säure in kleinen Portionen übergossen und solange durcheinander gerührt, bis ihre Oberfläche allseitig benetzt ist. Durch die Einwirkung der Schwefelsäure werden die Perigonblätter vollkommen verbrannt und auch die korkige Samenhülle angeätzt. Hierdurch erhalten die Knäuel eine vollkommen schwarze Färbung. Nach einiger Zeit ist die anhaftende Schwefelsäure mit Kalkpulver abzustumpfen und aufzutrocknen. Derartig behandelte Rübensamenknäule leiden nicht in ihrer Keimfähigkeit und liefern Keime von ungewöhnlich gesundem Ansehen.

In jüngster Zeit hat Rabaté (Pr. a. v. 1912. II. 571. 593) die Schwefelsäure als Mittel zur Hedrichvertilgung herangezogen, doch erscheint es sehr

zweifelhaft, ob sein Verfahren das für den gleichen Zweck verwendete Eisenvitriol wird verdrängen können.

Als Insektizid eignet sich die verdünnte Schwefelsäure wenig. Namentlich fehlt ihr ein hinlängliches Vermögen zur Benetzung der Insekten. So erklärt es sich, daß Dufour (Destr. du ver de la vigne. S. 6) Conchylis-Raupen ohne Nachteil für dieselben einige Sekunden lang in eine 10- und 20prozent. Schwefelsäure eintauchen konnte. Erst bei der Einwirkung einer 50prozent. Säure erlagen die genannten Schädiger. Für die Pflanze wird bereits die Konzentration von 10% verhängnisvoll.

Schwefelkohlenstoff, CS_2.

Der Schwefelkohlenstoff ist eine im reinen Zustand wasserklare, etwas ölig erscheinende, schillernde Flüssigkeit von knoblauchartigem Geruche, welche leicht entzündlich ist, schon bei 0° an der Luft rasch verdunstet, bei 15° eine Dichte von 1,265—1,271 besitzt, unlöslich in Wasser ist, sich in Alkohol, Äther und Fetten löst und bei 48° siedet. 1 Volumen Flüssigkeit liefert 375 Volumina Gas. Er wird gewonnen durch Einleitung von Schwefeldämpfen in glühende Kohlen. Infolge ihrer spezifischen Schwere besitzen die Gase des Schwefelkohlenstoffes — sie sind 2,63mal schwerer als Luft — die Neigung zu sinken. Hieraus erklärt es sich, daß der Schwefelkohlenstoff nur dort zur Vernichtung von Schädigern herangezogen werden kann, wo diese ihren Sitz unterhalb der Stelle haben, an welcher der Schwefelkohlenstoff in Tätigkeit gesetzt wird. Solche Fälle liegen namentlich bei der Bekämpfung von Bodeninsekten vor und bei der Desinfektion von kleinen Pflanzen oder von Pflanzenteilen, wie Rebholz, Früchte, Samen usw. in abgeschlossenen Räumen. In neuerer Zeit ist in dem Schwefelkohlenstoff ein Mittel zur Behebung der sogenannten Bodenmüdigkeit erkannt worden. Vereinzelt hat er auch als Fungizid Verwendung gefunden.

a) *Vernichtung von Bodenschädigern.*

Den Ausgangspunkt für die Nutzbarmachung des Schwefelkohlenstoffes als Mittel zur Reinigung des Bodens dürften wohl die Untersuchungen von Mouillefert über die Reblausvertilgungsmittel bilden.

1. Vernichtung der Nematoden durch Schwefelkohlenstoff.

Kühn (B. 3. 89) untersuchte die Leistungen des Schwefelkohlenstoffes gegen die Rübennematoden (Heterodera schachtii) und stellte dabei fest, daß mit einem Quantum von 50 kg Schwefelkohlenstoff in keinem Falle eine vollständige Entfernung der Nematoden zu erwirken ist. Um Erfolge zu erzielen, sind, wie ich nachgewiesen habe (Jb. Pfl. 5), größere Schwefelkohlenstoffmengen und zwar 400 g auf den Quadratmeter erforderlich. Eine Empfehlung des Schwefelkohlenstoffverfahrens gegen Nematoden ist deshalb auch nur dort am Platze, wo es sich darum handelt, Verseuchungen von geringerem Umfange in einem sonst gesunden Feldstück und mit ihnen die Gefahr des Übergreifens auf die gesunden Teile um jeden Preis zu beseitigen. Hierbei tritt die Kostenfrage in den Hintergrund. Das von mir eingeschlagene Verfahren hat folgenden Verlauf. Zunächst wird der nematodenkranke Teil rechtwinklig über das Kreuz auf 50 cm markiert.

An den Kreuzungsstellen sind mit einem ein korkzieherartiges Gewinde tragenden Erdbohrer 20 cm tiefe Löcher zu graben und zwar einfach in der Weise, daß der Bohrer eingedreht und dann herausgehoben wird. Glattwandigkeit der Löcher ist nicht nötig, ja nicht einmal erwünscht, weil sie das seitliche Eindringen der Schwefelkohlenstoffgase in den Ackerboden erschwert. Aus dem nämlichen Grunde ist das Stoßen der Löcher mit dem Pflanzholz oder dem Pfahleisen unbedingt zu verwerfen. Am besten werden die Arbeiter in schräger Front angesetzt, weil sie bei gerader Linie sich gegenseitig leicht behindern. Sobald eine größere Anzahl von Löchern vorhanden ist, kann mit dem Einfüllen des Schwefelkohlenstoffes begonnen werden. Der letztere befindet sich am besten in einer verzinkten Milchkanne. Zwei mit einem genau 80 ccm Schwefelkohlenstoff fassenden, am Ende eines Stockes befestigten Schöpfnapfe versehene Arbeiter nehmen die Kanne zwischen sich, gießen einen Napf voll Schwefelkohlenstoff in das vor ihnen befindliche Loch und treten dasselbe dann mit dem Stiefelabsatze zu. Zweckmäßiger noch ist es, wenn jeder Arbeiter zwei Reihen Löcher bedient. Dort, wo Wasser in der Nähe vorhanden, und leicht zu beschaffen ist, empfiehlt es sich, die zugetretenen Löcher mit etwas Wasser zu überbrausen. Bei diesem Verfahren sind auf 1 a Bodenfläche 400 Löcher zu bohren und mit 40 kg Schwefelkohlenstoff zu beschicken. Der gegenwärtige Preis des Schwefelkohlenstoffes beträgt etwa 40 M für 100 kg, 1 a würde somit 16 M Kosten an Vertilgungsmittel verursachen. Nach Schribaux sind nur 1800 kg Schwefelkohlenstoff erforderlich auf den Hektar, um den Ackerboden von Niedertieren zu reinigen. Für die Nematodenvertilgung reicht dieses Quantum jedenfalls nicht aus.

Eine wichtige Voraussetzung für das Gelingen des von mir empfohlenen Vertilgungsverfahrens ist die Berücksichtigung zweier Umstände. Einmal muß der Boden eine derartige mechanische Beschaffenheit aufweisen, daß die Schwefelkohlenstoffdämpfe in alle Schlupfwinkel des Erdreiches eindringen können. Am besten entsprechen dieser Anforderung die sandigen und die humosen Lößböden, am wenigsten die Kalk- und Tonböden. Letztere können einigermaßen geeignet für das Schwefelkohlenstoffverfahren gemacht werden durch vorheriges Aufwühlen des Bodens. Eine zweite Forderung für das gute Gelingen besteht in der Wahl des richtigen Zeitpunktes. Heterodera schachtii legt beim Herannahen der kälteren Jahreszeit ein dickeres, stark chitinisiertes gegenüber äußeren Einflüssen mit erhöhter Widerstandsfähigkeit ausgestattetes Winterkleid an. Während der sommerlichen Monate ist sie viel weniger gut gegen Einwirkungen von außen her geschützt. Wenn irgend möglich, soll deshalb die Heterodera-Bekämpfung mit Schwefelkohlenstoff bald nach der Einerntung des Wintergetreides oder noch besser im Juli-August, sobald als sich in den Zuckerrüben die charakteristischen Nematodenstellen bemerkbar machen, ausgeführt werden. Auch eine Vereinigung des Kühnschen Fangpflanzenverfahrens mit der Schwefelkohlenstoffvertilgung kann unter Umständen am Platze sein, beispielsweise dann, wenn die Nematodenvernichtung in den Stoppeln von Winterweizen oder Roggen vorgenommen werden soll. In diesem Falle lassen sich die vorhandenen Rübenälchen durch Aussaat von Sommerrübsen, wie sie bei der Kühnschen Methode vorzunehmen ist, in ihren empfindlichsten Zustand

überführen. An die Stelle der mechanischen Vertilgung mit Pferdehacke und Krümmer würde das Unterpflügen der Rübsenpflanzen unter Anwendung des Vorschneiders und hieran anschließend die Schwefelkohlenstoffbehandlung zu treten haben. Die Ergebnisse, welche ich mit dem Schwefelkohlenstoff gegen die Rübennematoden erzielt habe, sind ausnahmslos sehr günstige gewesen.

2. Die Vernichtung der Reblaus (Phylloxera vastatrix).

Noch gegenwärtig wird in den Staaten, welche an der Reblausvernichtung, dem sogenannten Extinktionsverfahren, festhalten (Deutschland, Österreich, Italien und die Schweiz) für diesen Zweck der Schwefelkohlenstoff verwendet. Das dabei verfolgte Verfahren besteht im wesentlichen in einer Behandlung des verseuchten Rebengeländes, nach dem soeben bei der Nematodenvernichtung gekennzeichneten Vorgehen.

```
  o     o     o     o
o + o o + o o + o o + o
  o     o     o     o
  o     o     o     o
o + o o + o o + o o + o
  o     o     o     o
  o     o     o     o
o + o o + o o + o o + o
  o     o     o     o
  o     o     o     o
o + o o + o o + o o + o
  o     o     o     o
  o     o     o     o
o + o o + o o + o o + o
  o     o     o     o
  o     o     o     o
o + o o + o o + o o + o
  o     o     o     o
  o     o     o     o
o + o o + o o + o o + o
  o     o     o     o
```

Abb. 4. Anordnung der Einspritzlöcher beim Kulturalverfahren. + = Weinstock, o = Spritzlöcher.

Das Extinktionsverfahren hat den Nachteil, nicht nur die Reblaus, sondern auch den Weinstock zu vernichten. Für die Fälle, in welchen die Erhaltung des Rebstockes gewünscht wird, tritt deshalb das sogenannte Kulturalverfahren an seine Stelle, d. h. es werden rund um die Stöcke nur so geringe Dosen Schwefelkohlenstoff in den Boden eingespritzt, daß die Reben nicht wesentlich dabei leiden, die Rebläuse aber für einige Zeit in ihrer schädigenden Tätigkeit geschwächt werden. Diese Deutung der mit dem Kulturalverfahren verbundenen Wirkung halte ich nicht für unbedingt zutreffend. Es ist sehr wohl möglich, daß der Erfolg dieser kleinen Mengen Schwefelkohlenstoff auf den nämlichen Vorgängen beruht, welche sich bei der Behebung der Bodenmüdigkeit durch Schwefelkohlenstoff abspielen. Den Einfluß auf das Wurzelsystem der Rebe hat Boiteau (C. r. h. **1879.** 895) studiert. Danach zerstören Dosen von 6—10 g alle Wurzelteile im Umkreis von 10 cm von der Einspritzstelle, indessen nur solche, welche sich 20 cm und tiefer unter der Erdoberfläche befinden. Das Kulturalverfahren ist dort angebracht, wo die Absicht besteht, sehr wertvolle, dabei aber reblausverseuchte Weinberge möglichst lange noch bei befriedigender Ertragsfähigkeit zu erhalten. Zur Abmessung und gleichzeitig zur Einführung des Schwefelkohlenstoffes in den Boden bedient man sich in diesem Falle eines Spritzpfahles. Gewöhnlich werden um jeden Rebstock 4 Einstiche in der obenstehenden Anordnung vorgenommen und pro Stichstelle 6—7 ccm Schwefelkohlenstoff eingespritzt. Sollen die Pflanzen erhalten bleiben, so müssen die Löcher mindestens 25 cm Abstand von den letzteren haben.

Ungeeignet für die Behandlung mit Schwefelkohlenstoff sind tonige, wenig durchlässige, bindige Böden, sowie flachgründiges Land mit undurchlässigem Untergrund. Je höher die Bodenfeuchtigkeit, desto geringer die Schwefelkohlenstoffwirkung.

3. Sonstige Bodeninsekten.

Unter den bodenbewohnenden Insekten eignet sich auch der Engerling (Melolontha vulgaris) zur Bekämpfung vermittels des Schwefelkohlenstoffes, namentlich dort, wo der Schädiger massenweise auftritt. Die beste Zeit zur Anwendung ist der Spätfrühling, etwa von Mitte Mai ab. Die Einführung des Mittels früher vorzunehmen, ist nicht ratsam. In Maikäferflugjahren soll damit sogar bis Anfang Juli gewartet werden. Einen vollständigen Erfolg auf Wiesen erzielte Baucher (Schweizer. landw. Centralblatt XI. Nr. 22.) bei Anwendung von je 50 g Schwefelkohlenstoff pro Quadratmeter. Olbrich empfiehlt mit dem Pflanzholz pro Quadratmeter 6—8 Löcher auf 18—20 cm Tiefe in den Boden zu stoßen und in jedes Loch 2 $^1/_2$ g Schwefelkohlenstoff zu bringen. Den letzteren füllt er in Gelatinekapseln, so daß erst nach dem Aufweichen der gelatinösen Hülle im Boden der Schwefelkohlenstoff frei wird und zur Wirkung kommt. Diese Kapseln gestatten zweifelsohne ein sauberes, verlustloses Arbeiten, verteuern aber auch gleichzeitig das Verfahren ganz bedeutend. Für den Feldgebrauch erscheint das Olbrichsche Verfahren nicht geeignet.

Der Kürbisrankenbohrer, Melittia ceto Westw. und der Melonenbohrer, Eudioptis hyalinata L., ist nach J. Cook (Bull. 14 D. E. 25. 26) vermittels Schwefelkohlenstoff, leicht zu vernichten, wenn Löcher 2—3 Zoll neben die Hauptwurzel der Pflanzen gestoßen, mit einem Fingerhut voll des Mittels beschickt und alsbald mit dem Fuße fest zugetreten werden.

In ganz ähnlicher Weise lassen sich die Larven von Fidia viticida (am Weinstock) vernichten. Nach Targioni-Tozzetti (St. sp. **1889**. 147; B. C. **1889**. 485) erwies sich eine Gabe von mindestens 30 g Schwefelkohlenstoff auf 1 qm als wirksam gegen die verschiedenen Drahtwurmarten (Athous, Agriotes, Corymbites, Drasterius usw.).

Nach den Beobachtungen von Vermorel (Emploi du Sulfure de Carbone en Horticulture **1901**) bildet für die Maikäfervernichtung nicht das Frühjahr und der Sommer, sondern gerade die Zeit vom November bis März den geeignetsten Zeitpunkt zur Anwendung des Schwefelkohlenstoffes. Als anzuwendende Mengen werden 30 g auf den Quadratmeter, und sofern der Boden bepflanzt ist, eine einmalige Dosis von 20 ccm oder eine zweimalige von je 15 ccm für ausreichend bezeichnet.

b) Schwefelkohlenstoff gegen oberirdisch lebende Insekten.

Als Desinfektionsmittel für Pflanzenteile, Früchte, Samen usw. hat der Schwefelkohlenstoff eine weite Verbreitung erlangt. Namentlich benutzen ihn auch die Hafen- und Inlandszollbehörden zur Entseuchung von eingeführten Pflanzen und Pflanzenteilen. Üblicherweise erfolgt die letztere im Desinfektionskasten, einer Vorrichtung, welche das Entweichen der Schwefelkohlenstoffdämpfe in die umgebende

Luft verhindert (Abb. 5 u. 6). In ganz ähnlicher Weise kann die Vernichtung von Insekten, welche in den Samen ihren Sitz haben, erfolgen, z. B. die der verschiedenen Bruchusarten in Erbsen und Bohnen. An Stelle des Desinfektionskastens kann auch eine einfach schließende Tonne, ein alter Maischbottich, eine Wasserkufe usw. benutzt werden. Nachdem das zu säubernde Saatgut in gesacktem Zustande in den betreffenden Behälter gebracht worden ist, wird oben auf die Säcke eine flache Schüssel mit Schwefelkohlenstoff gestellt und das Ganze sofort luftdicht abgeschlossen. Eine 24stündige Einwirkungsdauer reicht gewöhnlich vollkommen zur Abtötung der in den Samen befindlichen Schädiger aus. Wegen der Feuergefährlichkeit des Schwefelkohlenstoffes soll dieses Verfahren immer nur im Freien vorgenommen werden. Auf ein 150 l fassendes Gefäß, welches etwa 135 kg Erbsen aufzunehmen vermag, sind etwa 100 g

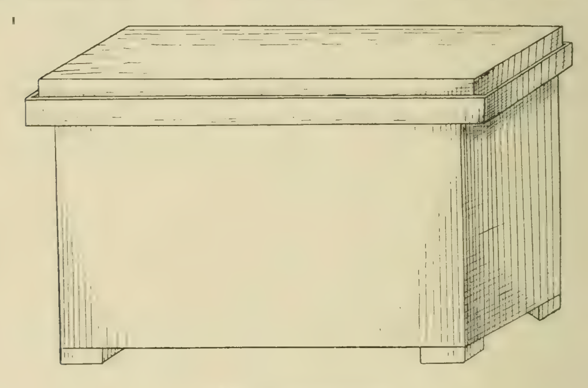


Abb. 5. Desinfektionskasten.

= 80 ccm Schwefelkohlenstoff zu verwenden. Letzterer eignet sich auch zur Vernichtung der in den Nüssen von Carya, Corylus und Castanea sitzenden Balaninus-Larven. Chittenden (Circ. 99. B. E) hat mit 32 g CS_2 auf 36 l Raum bei 16stündiger Räucherung sehr günstige Ergebnisse erzielt.

Die Beziehungen der Schwefelkohlenstoffgase zur lebenden Pflanze sind noch nicht hinlänglich klargestellt. Versuchen, welche Moritz (A. B. A. 3. **1902**. 103) zur Ausfüllung der bestehenden Lücken anstellte, ist Nachstehendes zu entnehmen.

Es bleiben völlig unbeschädigt:

12,7—16,5 g CS_2 auf 114,7 l Luftraum bei 12,5—14,8°: Campanula spec., Ledum palustre, Primula pubescens, Pelargonium spec., Fuchsia spec., Gnaphalium, Geranium, Cheiranthus, Arabis, Myosotis. Viola, Bellis.

24,2 g, 60 Minuten, 14,0—15,4°: Bellis perennis, Myosotis.

27,9 g, 70 Minuten, 17,4—19°: Draba verna, Capsella b. p., Crepis biennis, Leucanthemum spec., Plantago lanceolata, Senecio.

30,2 g, 60 Minuten, 21,4—22,8°: Campanula medium, C. persicifolia, Geranium in Töpfen.

12,2—61,9 g CS_2 auf 100 l bei 12,9—24,8°, 30 Minuten bis 4 Stunden: Fichte, Tanne, Obstwildlinge.

Älteren Versuchen, welche Moritz in Gemeinschaft mit Ritter (B. C. **1895**. 503) ausführte, ist noch folgendes zu entnehmen:

Wurzelreben erleiden keinerlei Nachteile, wenn sie im Monat März bei 20° C. nicht länger als 120 Minuten, bei 25° C. nicht länger als 90 Minuten mit Schwefelkohlenstoffdämpfen behandelt werden. Unbewurzelte Setzlinge sind erheblich widerstandsfähiger. Sie können bei 20—25° C. bis zu 120 Minuten lang, bei 30° C. bis zu 80 Minuten ohne Schädigung behandelt werden.

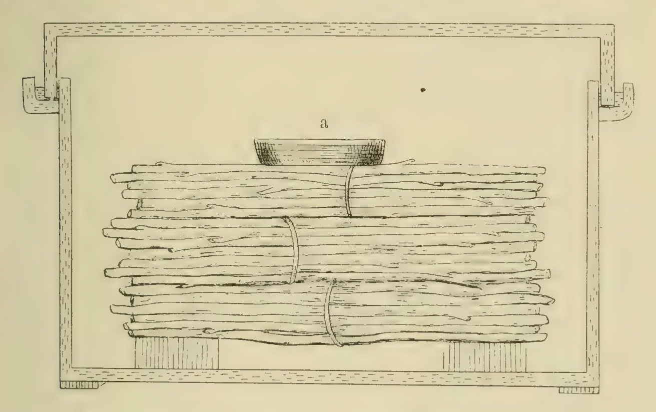


Abb. 6. Desinfektionskasten im Durchschnitt; bei a die Schwefelkohlenstoffschale.

Auch als Ersatzmittel für das seiner hohen Giftigkeit wegen in Europa wenig geschätzte Blausäuregas hat der Schwefelkohlenstoff in neuerer Zeit Aufnahme gefunden. Als solches eignet es sich aber schon deshalb nicht, weil seine Gase im Gegensatz zum Blausäuregas spezifisch schwerer als die Luft sind und dementsprechend keine Neigung zum Emporsteigen entwickeln. Außerdem bleibt noch zu berücksichtigen, daß der Schwefelkohlenstoff etwa sechsmal langsamer wirkt, als das Blausäuregas. Im Zelträucherungsverfahren gegen Aspidiotus perniciosus an Stelle des Blausäuregases verwendet, zeigte der Schwefelkohlenstoff bei Versuchen von Britton (Jahresb. Connecticut. **1907**. 270) eine verschiedenartige Wirkung. Erfolgte die Verdunstung bei gewöhnlicher Temperatur, so ließen 300 g CS_2 auf 2,8 ccm Raum mit einstündiger Wirkung 19,2% der Schildläuse am Leben. Bei höherer Temperatur verdunsteter Schwefelkohlenstoff tötete 97,7% der Läuse. 600 g CS_2 für 2,8 ccm Raum, Erhitzung

des Mittels und einstündige Wirkung vernichtete zwar sämtliche Läuse, bedingte zugleich aber die Möglichkeit einer Beschädigung der geräucherten Bäume.

Bei Versuchen von Coquillet (I. L. 6. 176) zur Vertilgung der Schildläuse auf Limonenbäumen bekundete der Schwefelkohlenstoff eine ungenügende Wirksamkeit.

Smith (I. L. 7. 108) empfahl folgende für die Vertilgung von Blattläusen auf niedrigen Gewächsen bestimmte Bekämpfungsweise. Neben die Pflanze ist ein kleines Gläschen oder Schälchen mit 2—5 g Schwefelkohlenstoff zu stellen und hierauf die ganze Pflanze mit einer Glasbüchse, einer Blechbüchse oder einem zu diesem Zwecke angefertigten Zeltchen von Ölleinwand zu bedecken. Sämtliche Blattläuse gehen hierbei innerhalb einer Stunde zugrunde. Je kühler die Witterung, desto sicherer ist auf Erfolg von diesem Verfahren zu rechnen.

c) Vernichtung höherer Tiere durch Schwefelkohlenstoff.

Eine erhöhte Bedeutung hat der Schwefelkohlenstoff in neuerer Zeit als Mittel zur Vertilgung feldschädlicher Nagetiere namentlich von Hamstern und wilden Kaninchen erhalten. Für Mäuse eignet er sich weniger. Zahlreiche Verfahren sind für diesen Zweck in Vorschlag gebracht worden. Das einfachste unter ihnen ist das beste. Es hat nachfolgenden Verlauf.

Unmittelbar nach Aberntung des betreffenden Feldstückes wird eine Kette von Arbeitern oder auch Kindern über dasselbe hinweggeschickt. Dieselben haben jedes in ihren Gesichtskreis kommende Hamsterloch zu schließen und durch einen Zweig oder auf sonst geeignete Weise zu kennzeichnen. Am nachfolgenden Tage übergehen diese Arbeiter am besten wieder in der nämlichen Anordnung und ausgerüstet mit einer Kanne Schwefelkohlenstoff, einem Schöpfnapf von etwa 40 ccm Fassungsraum, einem Spaten sowie einer Anzahl Fetzen aus Packpapier nochmals das Feld. Sie schütten in jedes geöffnete Loch einen Napf voll Schwefelkohlenstoff, bedecken das Loch mit einem Fetzen Packpapier und schütten auf dieses einige Spatenstiche voll Erde. Die Kennzeichen bleiben an ihrem Orte. Einige Tage danach werden von 2 oder 3 Arbeitern die markierten Stellen einer erneuten Durchsicht unterzogen. Finden sich geöffnete Löcher hierbei vor, so muß eine nochmalige Einfüllung von Schwefelkohlenstoff in dieselben erfolgen. Mißerfolge beruhen gewöhnlich darauf, daß der Hamster „vorgebaut", d. h. seine Kammern nach außen hin durch Erde verstopft hat, weshalb ihn die Schwefelkohlenstoffdämpfe nicht erreichen konnten. An kühlen Tagen kommt es vor, daß der Hamster zum Schutze gegen das Eindringen der kalten Luft vorbaut. Es empfiehlt sich deshalb, warme Tage für die Hamstervertilgung nach dem Schwefelkohlenstoffverfahren auszuwählen. Aus dem nämlichen Grunde eignet sich das Frühjahr nicht recht für derartige Arbeiten. Im Frühjahr ist auch noch die langsame Vergasung des Vertilgungsmittels von Nachteil.

Bei der Kaninchenvertilgung wird in entsprechender Weise verfahren. Bei Spermophilus citellus erzielte Bajor (Köztlek **1892**. 538) mit 10 g Schwefelkohlenstoff pro Loch günstige Ergebnisse. Borghi (Z. f. Pfl. **1895**. 356) hat hinsichtlich der Mäuse die Beobachtung gemacht, daß selbst in hartem, ausgedorrtem Boden glänzende Erfolge mit dem Schwefelkohlenstoff zu erzielen

waren, wenn um die Mäusebaue in einer Entfernung von 75 cm Löcher gestoßen und mit je 20 g des Mittels angefüllt wurden. Empfehlenswert ist dieses sehr zeitraubende Verfahren gleichwohl nicht.

d) Die Verwendung des Schwefelkohlenstoffes als Fungizid.

Einige der vorliegenden Beobachtungen lassen für die Annahme Raum, daß der Schwefelkohlenstoff auch zur Verhütung von Pilzkrankheiten Verwendung finden kann. Allerdings dürfte er hierbei nicht immer als regelrechter Pilztöter wirken, sondern indirekt dadurch, daß er die Wachstumsverhältnisse der Pflanze günstiger gestaltet. Nicht anders wohl sind die beiden nachfolgenden Wahrnehmungen zu erklären. Brunchorst (Jahresb. Bergen Museum. **1886**. 231) erkannte in dem Schwefelkohlenstoff ein Mittel zur Bekämpfung der Kohlhernie (Plasmodiophora brassicae). Unter 100 Kohlpflanzen aus Boden, dem Schwefelkohlenstoff zugeführt worden war, befanden sich 2 unter solchen aus gewöhnlichem Boden 80 kranke Individuen. Ein Seitenstück hierzu lieferte Jensen (Z. f. Pfl. **1901**. 305). Durch eine Behandlung des Bodens mit Schwefelkohlenstoff (25 und 50 ccm pro Pflanze) erreichte er, daß die Erkrankungsziffer bei Tabak (Phytophthora) von 76,4 auf 45,8 und 60,5% zurückging.

Als Beizmittel gegen den Haferbrand von Clinton (Bull. Nr. 57 Illinois.) verwendet, vermochten 175 CS_2 auf 100 l Hafer keine befriedigende entbrandende Wirkung auszuüben. Übereinstimmende Ergebnisse erzielte Wheeler (Bull. Nr. 89 Süddakota) bei stinkbrandigem Weizen. Günstige Leistungen hatte dahingegen Delacroix (C. r. h. Bd. 131. **1900**. S. 961) gegenüber Fusarium dianthi zu verzeichnen. Mit Schwefelkohlenstoffdämpfen erfüllte Luft tötete bei 15° die Luftkonidien des Pilzes innerhalb 7 und die Chlamydosporen innerhalb 12 Stunden. Eine zweimalige Behandlung des Bodens mit je 240 g CS_2 vernichtete sämtliche Entwicklungsstände von Fusarium.

e) Verdünnungen und Verstärkungen des Schwefelkohlenstoffes.

Durch die Vermischung des Schwefelkohlenstoffes soll je nachdem eine bessere Verteilung der Gase im Boden oder auch eine Steigerung der Wirksamkeit und damit zugleich eine Verbilligung erzielt werden. Als Mittel für diesen Zweck dienen gewöhnliche billige Fette oder Öle, Alkohol sowie Seifenlaugen. Mit Fettstoffen und Alkohol liefert der Schwefelkohlenstoff Lösungen, mit der Seifenlauge Emulsionen.

Gegen Lopus albomarginatus (Klg.) Fieb. auf Weinreben wurde eine Mischung von 25 Raumteilen CS_2, 10 Teilen Äther und 65 Teilen Alkohol empfohlen. Zahlreiche Versuche wurden auch mit einem Vaselinezusatz unternommen, im großen und ganzen aber ohne rechten Erfolg. Vermorel (Z. f. Pfl. **1893**. 100) stellte fest, daß unter sonst gleichen Umständen 20 g reiner Schwefelkohlenstoff alle Rebläuse tötete, 25 g vaselinierter Schwefelkohlenstoff jedoch ohne ausreichenden Erfolg blieben. Zu ganz gleichen Ergebnissen gelangte Jossinet (ebendaselbst). Im Gegensatz hierzu wollen Meunier und Cazeneuve mit derartigen Gemengen günstige Erfahrungen gemacht haben. Letzterer mischte Vaseline mit Schwefelkohlenstoff entweder im Verhältnis von 50 : 50 oder von $33^1/_3 : 66^2/_3$ und brachte die Mischung in Löcher, welche 10—15 cm von der Rebe entfernt

in den Boden gestoßen wurden. Meunier (I. L. 4. 288) behauptet, daß ein Vaselinezusatz die Verdunstung des Schwefelkohlenstoffes verlangsamt. Dem widersprechen jedoch Marion und Gastine (C. r. h. **1891**. 513). Sie fanden u. a., daß Mischungen aus schweren Ölen und Schwefelkohlenstoff bis zu 15% von dem letzteren zurückhalten; außerdem stellten sie noch fest, daß aus einem Gemisch, welches mehr als 50% Schwefelkohlenstoff enthält, die Verdunstung ebenso stark ist wie bei reinem Material.

Für die Überführung des Schwefelkohlenstoffes in eine Emulsion sind zahlreiche Vorschriften herausgegeben worden. Im allgemeinen beschädigten die probeweise zur Verwendung gelangten Mischungen, sofern sie hinlängliche insektizide Wirkung besaßen, das Laub. Namentlich galt das von der mit alkoholischer Seifenlösung hergestellten Emulsion. Vorläufig besteht deshalb keine Aussicht darauf, daß die Schwefelkohlenstoffemulsionen für pflanzentherapeutische Zwecke allgemeine Aufnahme finden. Seinerzeit haben namentlich italienische Forscher sich mit den letzteren beschäftigt. Targioni-Tozzetti und Del Guercio (St. sp. **1887**) haben mehrere Vorschriften aufgestellt, u. a. die folgende:

Vorschrift (31):	Schwefelkohlenstoff . .	2 l
	Seife	1 kg
	Wasser	97 l

Durch diese Mischung wurden die Raupen von Hyponomeuta malinellus ohne Schaden für den Pflaumenbaum getötet.

Beim Ersatz der wäßrigen Seifenlösung durch alkoholische muß mit der Verbrennung der jüngeren Blätter gerechnet werden. Eine vorsichtige Verwendung derartiger Emulsionen ist deshalb angezeigt. An und für sich wirken sie gegen die Insekten besser wie die einfache wäßrige Emulsion.

Vorschrift (32):	Schwefelkohlenstoff . . .	1,2 kg
	Alkohol	1 „
	Schmierseife	1 „

Vor dem Gebrauch ist ein Teil dieser Vorratsemulsion mit 25—50 Teilen Wasser zu verdünnen.

Von dieser Brühe berichtet Berlese (R. P. 1. 225), daß weder eine 2-, noch eine 3- und 4prozent. Konzentration die Larven des Heu- und Sauerwurmes (Conchylis) zu vernichten imstande war. Stärkere Konzentrationen beschädigten aber bereits die Weinstöcke. Ebenso erwies sich nach Dufour (Destr. du ver de la vigne) eine Mischung von 1 kg Schwefelkohlenstoff auf 100 l 3prozent. Seifenwasser als nicht ausreichend gegen Conchylis.

Eigene Versuche, welche ich mit Schwefelkohlenstoffemulsion gegen Rübennematoden (Heterodera schachtii) ausführte, lehrten, daß reiner Schwefelkohlenstoff bessere Ergebnisse liefert als der mit Seife vermischte. Nach allem scheint es ratsam zu sein, den Schwefelkohlenstoff unvermischt zu verwenden.

Die Behebung der Bodenmüdigkeit durch Schwefelkohlenstoff.

Als erster scheint Girard auf die Tatsache hingewiesen zu haben, daß der Schwefelkohlenstoff die Fähigkeit zur Behebung der sogenannten Boden-

müdigkeit besitzt. In der Folge hat Oberlin (Bodenmüdigkeit usw.) durch weitere Versuche die Richtigkeit der Girardschen Beobachtungen bestätigt. Behrens (Wochenblatt Baden 1896. Nr. 17) zeigte, daß zwiebelmüder Boden durch Behandlung mit Schwefelkohlenstoff wieder ertragsfähig für Zwiebel gemacht werden kann, wobei er zugleich die Vermutung aussprach, daß die sich bemerkbar machende günstige Wirkung nicht allein auf der Abtötung der im Boden vorhandenen tierischen oder pflanzlichen Parasiten beruhen kann. Im übrigen läßt er die Frage nach der Wirkungsursache aber offen. Eine Antwort auf dieselbe versuchte Koch (A. D. L. G. Nr. 40) zu geben. Er machte die Wahrnehmung, daß der CS_2 nicht nur auf müdem Boden, sondern auch in durchaus normal tragendem Lande ertragsteigernd wirkt und gelangt dazu, diesen Vorgang auf eine Reizwirkung zurückzuführen. Von anderer Seite ist dem Schwefelkohlenstoff die Vernichtung wachstumswidriger Bodenbakterien und von dritter Hand eine rein düngende, durch den Übergang des Schwefelkohlenstoffes in Schwefelsäure vermittelte Wirkung zugeschrieben worden. Sämtliche Erklärungen können nicht befriedigen.

Als Beispiel für die Wirkungsweise des CS_2 gegenüber der Bodenmüdigkeit seien die Versuche von Behrens angeführt. Auf einer Fläche von rund 10 qm wurden vor Winter im 50 cm-Verband 40 cm tiefe Löcher (4 Löcher auf 1 qm) gestoßen, mit 100 bezw. 200 bezw. 300 ccm Kohlenstoff angefüllt und wieder verschlossen. Die im nächstfolgenden Jahre erzielte Ernte betrug

10 qm unbehandelt	14 kg	Zwiebel
10 „ 4 Löcher auf 1 qm mit je 100 ccm CS_2	22 „	„
10 „ 4 „ „ 1 „ „ „ 200 „ „	22 „	„
10 „ 4 „ „ 1 „ „ „ 300 „ „	26 „	„

Ammoniak, Liquor ammonii caustici.

Die reine Ammoniakflüssigkeit hat als Vertilgungsmittel keine Bedeutung erlangt. Dahingegen ist das einen beträchtlichen Prozentsatz dieses Stoffes enthaltende Gaswasser der Leuchtgasfabriken wiederholt, namentlich in Frankreich, als ein angeblich sehr brauchbares Mittel bezeichnet worden. Weit häufiger gelangt das Ammoniak als Hilfsstoff zur Verwendung.

Innere Verwendung.

Galloway (J. M. 7. 195) suchte durch Verabreichung von 2 l Ammoniakflüssigkeit auf eine 20 Fuß lange Reihe Winterweizen von letzterem den Rost abzuhalten, indessen gänzlich ohne Erfolg.

Äußerliche Verwendung.

Zu Anfang der 90er Jahre des verflossenen Jahrhunderts behauptete Willot (J. s. **1890**. Nr. 51) in dem ammoniakhaltigen Gaswasser der Leuchtgasfabriken ein absolut tödliches Mittel für die Rübennematoden (Heterodera schachtii) entdeckt zu haben. Diese Behauptung ist von ihm im Laufe der Jahre beständig wiederholt, indessen niemals durch die Ergebnisse einwandfreier Versuche bewiesen worden. Versuche, welche ich mit dem Stoffe auf nematodenführendem Lande unternahm, ergaben die Tatsache, daß durch das Gaswasser

eine Vernichtung des genannten Schädigers nicht zu erzielen war. In jüngster Zeit haben sich Strohmer und Stift (Ö. Z. Z. **1895**. 984) der verdienstvollen Aufgabe unterzogen, eine nochmalige, eingehende Prüfung des Gaswassers als Nematizid vorzunehmen. Die Versuche von Stift führten zu dem Ergebnis, daß „reines Ammoniak in der Konzentration des Gaswassers selbst in Mengen von 70 ccm auf 600 qcm, d. i. 116 hl pro Hektar, die im Ackerboden vorhandenen Nematoden nicht zu zerstören vermag". Da die sonst noch im Gaswasser enthaltenen Stoffe, besonders die Rhodanverbindungen, ebensowenig schädlich auf die Nematoden einwirken, dabei aber dem Pflanzenwuchs nachteilig sind, folgert Stift ganz mit Recht, daß das Gaswasser zur Vernichtung von Rübennematoden nicht nur vollständig unbrauchbar ist, sondern unter Umständen sogar unberechenbaren Schaden auf dem Felde bringen kann. Demgegenüber erscheinen die in ein mysteriöses Dunkel gehüllten Entgegnungen von Willot als belanglose Demonstrationen. Ebenso verliefen die Versuche von Coquillett (I. L. **6**. 176) mit Ammoniakgas gegen die Schildläuse erfolglos. Etwas günstiger urteilt Steglich (S. L. Z. **1893**. 250) über das Ammoniakwasser. Er bediente sich gegen Jassus sexnotatus, die Zwergzikade, eines Gemisches von folgender Zusammensetzung:

Vorschrift (33):	Gaswasser	100 l
	Schmierseife . . .	2 kg
	Wasser	100 l

Auf 1 qm Land sind 2 l der Brühe zu verstäuben. Infolge seiner überaus wechselvollen Zusammensetzung darf das Gaswasser nur mit großer Vorsicht verwendet werden.

Eine ammoniakhaltige Brühe empfahl Sorauer (Z. f. Pfl. **1893**. 207) gegen die Zwergzikade. Für dieselbe lautete die

Vorschrift (34):	Gewöhnlicher Ammoniak .	3 kg
	Schmierseife	3 „
	Wasser	100 l

Die Schmierseife ist in dem Wasser aufzulösen. Kurz vor der Ingebrauchnahme der Brühe ist der Ammoniak hinzuzufügen.

Überbrausung der von den Zwergzikaden befallenen Getreidefelder usw.

Von Seite eines Ungenannten (Z. f. Pfl. **1894**. 337) ist diese Mischung bei einem im Sommer 1894 erfolgten Auftreten des vorerwähnten Schädigers in Anwendung gebracht worden, jedoch ohne irgend welchen Nutzen.

Je nachdem besitzt die Ammoniakflüssigkeit des Handels einen sehr verschiedenen Ammoniakgehalt. Die mit Ammoniak hergestellten Vorschriften sind deshalb nur dann brauchbar, wenn sie eine Angabe über das spezifische Gewicht des letzteren enthalten.

Schwefelammonium, $(NH_4)_2S$.

Mit einer Mischung nach der

Vorschrift (35):	Schwefelammonium	2—3 kg
	Schmierseife . . .	2 „
	Wasser	100 l

erzielte Fuhr (Weinbau u. Weinhandel **1910**. 275) befriedigende Ergebnisse gegen die Raupen von Conchylis und Eudemis.

Ein erheblicher Übelstand des Mittels besteht darin, daß es die metallenen Teile der Spritzen angreift.

Salpetersäure, HNO_3.

Die Salpetersäure scheint ein ziemlich starkes Gift für die Sporen von Schmarotzerpilzen zu sein. Hitchcock und Carleton (Versuchsstation Kansas. Bull. 38) fanden, daß eine verdünnte Salpetersäure von 68:10000 bei einer Wirkungsdauer von 24—26 Stunden die Keimkraft der Uredosporen von Puccinia coronata völlig vernichtet. Eine Verdünnung von 68:100000 vermochte dieses jedoch nicht mehr.

Phosphor.

Der Phosphor ist ein heftiges Magengift. Seine Giftigkeit und leichte Entzündlichkeit sind der Grund, weshalb er sich als Vertilgungsmittel nicht allgemein einzubürgern vermocht hat. Gegenwärtig wird er fast nur noch zu Giftködern gegen Nagetiere, sowie gegen einige in Schlupfwinkeln wohnende Insekten wie die Maulwurfsgrille (Gryllotalpa vulgaris), Ameisen, Periplaneta orientalis in Treibhäusern usw. verwendet. Die eingangs erwähnten Eigenschaften des Phosphors lassen den Bezug derartiger Köder, Pillen und Latwergen im gebrauchsfertigen Zustande angezeigt erscheinen.

Phosphorwasserstoff, PH_3.

Der Phosphorwasserstoff, ein farbloses, nach Zwiebel duftendes, bei 60° entzündliches Gas, steht in seiner Wirkung auf Insekten hinter dem Blausäuregas und dem Schwefelkohlenstoff zurück, weshalb ein praktisches Bedürfnis für seine Ingebrauchnahme nicht eigentlich vorliegt. Seine Darstellung erfolgt am einfachsten aus Kalziumphosphür (Calcium phosphoratum), einer grauen, auf Zusatz von Wasser unter Flammenerscheinung Phosphorwasserstoff abgebenden Masse. Von Mouillefert wird angegeben, daß die unter einer Glasglocke befindlichen Rebläuse (Phylloxera vastatrix) durch PH_3 im Laufe weniger Stunden getötet werden, daß letzteres im Boden aber (60 g Ca_2P_2 auf 1 qm) infolge seiner mangelhaften Verbreitungsfähigkeit nur unzulängliche Leistungen verrichtet. In einer Atmosphäre mit 1% PH_3 unterliegt die Reblaus erst nach einem 14 stündigen Aufenthalte in derselben. Etwas günstiger spricht sich Rosler über Phosphorwasserstoff aus. Gleichwohl bleibt die Tatsache bestehen, daß Blausäure und Schwefelkohlenstoff ihm überlegen sind. An diesem Urteil dürfte auch nichts geändert werden, wenn die Darstellung des PH_3 aus Phosphocarbür, wie Chuard (Chr. a. 1897) es getan hat, erfolgt. In diesem Falle entsteht neben dem Phosphorwasserstoff auch noch Acetylen. Letzteres ist aber, wie weiter unten gezeigt wird, selbst ein recht wenig wirksames Insektizid.

Borsäure, H_3BO_3.

Constantin und Dufour (R. B. 1893. 497—514) haben festgestellt, daß eine 2prozent. Borsäure ohne genügende Wirksamkeit gegen die Molekrankheit der Champignons ist.

Tetrachlorkohlenstoff (Tetrachlormethan), CCl_4.

Der im Handel auch unter der Bezeichnung Carboneum tetrachloratum gehende Tetrachlorkohlenstoff hat erst in jüngster Zeit Aufnahme unter die pflanzenpathologischen Bekämpfungsmittel gefunden und zwar als Ersatzmittel für den Schwefelkohlenstoff. Das Mittel stellt eine farblose, leicht schillernde, in Alkohol und Äther lösliche, mit Seifenlauge Emulsionen eingehende, bei 77° C. siedende schwere Flüssigkeit von der Dichte 1,632 dar.

Kohlenoxyd, CO.

Dieses beim Menschen so häufig Vergiftungen mit tödlichem Ausgange hervorrufende Gas erwies sich bei Versuchen, welche Coquillett anstellte (I. L. 6. 176) als ungeeignet zur Bekämpfung von Schildläusen.

Kohlendioxyd, CO_2.

Die Kohlensäure besitzt die Eigenschaft, niedere Tiere, wie Wespen, Fliegen, Mücken, Mückenlarven usw., ziemlich schnell in einen todenähnlichen Zustand zu versetzen. Bei Versuchen mit Stubenfliegen habe ich die Wahrnehmung gemacht, daß dieselben unter dem Einflusse von Kohlensäure fast augenblicklich ihre Bewegungsfähigkeit verlieren, daß sie aber nach der Zurückführung in gewöhnliche Luft sehr bald wieder aufleben. Ja selbst nach wochenlangem Verweilen in einer Kohlensäure-Atmosphäre können sie, nach Übertragung in gewöhnliche Luft, ihre volle Lebensfähigkeit wieder zurückgewinnen. Bei Conchylis-Larven machte Dufour (Destruct. du ver de la vigne. Lausanne 1893, S. 6) ähnliche Wahrnehmungen. Bei einer Wirkungsdauer bis zu 5 Minuten erholten sich die Raupen wieder, erst wenn die Kohlensäure 10 Minuten lang gewirkt hatte, blieben sie dauernd erstarrt.

Von Jancke (Orchis, Beilage zur Gartenflora. 1911. 32) wurde die CO_2 als Mittel zur Vertilgung von Trauermückenlarven in den Orchideen-Aussaattöpfen empfohlen. Die Töpfe sind in ein größeres Gefäß einzustellen, alsdann ist in letzteres Kohlensäure einzuleiten, solange bis das Erlöschen eines Zündholzes die vollkommene Füllung des großen Behälters mit CO_2 anzeigt. Alsdann wird der Behälter mit einem Deckel, einer Glasscheibe usw. gut zugedeckt, und einige Stunden lang sich selbst überlassen. Die Pflänzchen sollen dabei nicht leiden, die Larven aber zugrunde gehen. Gegen verschiedene Arten Schildläuse vermochte Coquillett (I. L. 6. 176) mit dem Kohlensäuregas keinerlei Erfolg zu erzielen.

Blausäure, HCy.

Die Blausäure, ein farbloses, nach Bittermandelöl riechendes Gas ist ein ausgezeichnetes Atmungsgift, dessen Verwendung namentlich in den Obstbau

treibenden Gegenden der Vereinigten Staaten einen erheblichen Umfang gewonnen hat. Im Gegensatz zum Schwefelkohlenstoff besitzt das Blausäuregas eine um 7% geringere Schwere wie die Luft und infolgedessen die Eigenschaft emporzusteigen. Hierdurch macht macht es sich in ganz besonderem Maße zur Vertilgung von solchen Insekten geeignet, welche ihren Sitz an der Pflanze in größerer Höhe über dem Erdboden, beispielsweise also in Baumkronen haben. Unbrauchbar ist das Blausäuregas dahingegen gegenüber bodenbewohnenden Niedertieren. Neuerdings ist von Mamelle (C. r. h. 150. **1910**. 50) allerdings der Vorschlag gemacht worden, das Blausäuregas als Ersatzmittel für den Schwefelkohlenstoff zu benutzen, weil es angeblich langsamer und vollkommener wie letzterer wirkt und weil die Bodeninsekten sich nicht aus dem Bereich des Mittels flüchten. Während Pelargonien in 1 l Erde bei Einführung von 1 g CS_2 Blattbeschädigungen erkennen ließen, vertrugen die Pflanzen 10 ccm einer 20 prozent. Cyankaliumlösung ohne Nachteil. Die Einführung der Flüssigkeit erfolgte mit dem Injektionspfahl — 6 bis 15 Löcher pro Quadratmeter, 10 bis 20 cm tief, 8 bis 10 ccm für jedes Loch. Nachahmung scheint das Verfahren bis jetzt aber nicht gefunden zu haben. Sofern die Anwendung des Blausäuregases nicht in stationären geschlossenen Räumen, wie Gewächshäuser, Treibkästen, Räucherschuppen, Bohrgänge in Baumstämmen usw. erfolgen kann, müssen die zu behandelnden Pflanzen mit einem transportablen geschlossenen Raume, einem Zelte, umgeben werden, welches das Entweichen des Blausäuregases in die Luft verhindert. Im Hinblick darauf, daß die Einwirkung des Mittels längere Zeit hindurch andauern muß, spielt die Dichtigkeit des Zeltstoffes eine erhebliche Rolle. Verschiedene amerikanische Forscher haben dieser Frage eingehende Untersuchungen gewidmet. In Kalifornien wird ein als 6,5 Unzen-Drillich und 8 Unzen-Army duck benanntes Gewebe für die Räucherzelte bevorzugt (Morrill. Bull. 76. B. E.). Letztere bestehen aus einer Anzahl zusammengenähter Stoffbahnen, denen die Gestalt eines regelmäßigen Achteckes gegeben wird. Unter Zuhilfenahme von Stangen oder eines Flaschenzuggestelles wird diese achteckige Plane einfach über den zu behandelnden Baum gestülpt. Einen sehr wichtigen Bestandteil dieses Räucherungsverfahrens bildet die möglichst genaue Ermittelung des Rauminhaltes der aufgestellten Zelte, weil sich nach ihnen die Bemessung der zu entwickelnden Blausäuremengen zu richten hat. Als Hilfsmittel hierfür dient die Anbringung von Teilungsstrichen auf der Zeltplane (Abb. 7). Eine annähernd genaue Berechnung des Zeltinhaltes kann nach der folgenden von Morrill (Bull. 76. B. E. 40) vorgeschlagenen, von Woglum (Bull. 79. B. E.) verbesserten Formel erfolgen:

$$\text{Inhalt} = \frac{U^2}{4\pi} = \left(\frac{L}{2} - \frac{U\,(3\pi - 4)}{12\pi}\right).$$

In derselben bedeutet U = den äußeren Umfang des Baumes, gemessen als Umfang des Zeltes am Boden, und L = die aus den angebrachten Teilungsstrichen ersichtliche Länge vom Boden über die Spitze des Zeltes hinweg bis zur gegenüberliegenden Seite des Bodens. Bei kleineren Bäumen ist das Verhältnis von Zeltoberfläche zum Zeltinhalt bedeutender als bei großen Bäumen. Infolgedessen erreicht der im Laufe der Räucherung eintretende Gasverlust bei kleineren Bäumen

einen bedeutenderen Umfang als bei großen. Hierauf muß bei Abmessung der Materialien zur Blausäuredarstellung Rücksicht genommen werden. Morrill (a. a. O.) hat eine Tabelle zusammengestellt, aus welcher die diesen Umständen Rechnung tragenden, für bestimmte Baumhöhen und Umfänge erforderlichen Mengen von Cyankalium abgelesen werden können.

Die Erzeugung der Blausäure erfolgte bisher fast in allen Fällen aus Cyankalium durch Schwefelsäure auf Grund der Formel:

$$2\,KCy + H_2SO_4 = 2\,KCy + K_2SO_4.$$

Für das Gelingen der Räucherung spielt die Beschaffenheit des Cyankaliums und der Schwefelsäure eine wichtige Rolle. Ersteres muß eine Reinheit

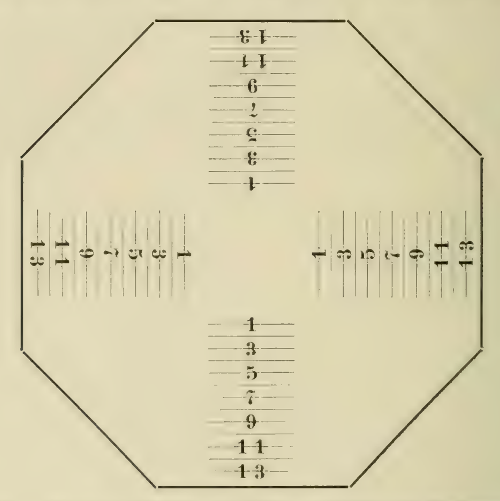


Abb. 7. Plan für die Räucherung von Bäumen und Sträuchern mit Blausäuregas.

von mindestens 98—99%, letztere von 93% besitzen. Besonders schädlich kann ein Gehalt der Schwefelsäure an salpetriger Säure werden. Das Cyankalium des Handels enthält 40,6% Cy. Ein wesentlich höherer Cyangehalt läßt auf Verunreinigung mit Cyannatrium schließen, ein Fall, der für die Wirksamkeit des Mittels aber ohne Belang ist. Um Beschädigungen der gegen die Blausäure nicht vollkommen unempfänglichen Pflanzen nach Möglichkeit zu verhüten, ist eine genaue Dosierung der zur Erzeugung des Gases verwendeten Stoffe unbedingt erforderlich. Rechnerisch erfolgt eine vollkommene Umsetzung des Cyankaliums, wenn zwei Teile Wasser und je ein Gewichtsteil KCy und H_2SO_4 gemischt werden. Im praktischen Gebrauche hat sich jedoch eine etwas größere Wasser-

menge als vorteilhaft erwiesen. Morrill (a. a. O.) und auch Woglum (Bull. 79. B. E.) empfehlen das Mischungsverhältnis:

$$KCy : H_2SO_4 : H_2O = 1 : 1 : 3.$$

Bei einer Steigerung der Wassermenge sinkt die Ausbeute an Blausäuregas. Wenn letztere bei dem Verhältnis 1 : 1 : 3 die Höhe von 89,95% erreicht, fällt sie bei 1 : 1 : 6 auf 79,65% und bei 1 : 1 : 8 sogar auf 43,27%. Das Cyankalium ist der verdünnten Schwefelsäure zuzusetzen, solange als letztere noch warm ist. Gepulvertes Cyankali erweist sich als vollkommen unbrauchbar zur Gewinnung des Blausäuregases, weil aus ihm das Gas viel zu schnell entbunden wird. Große Stücke Cyankalium, nach der Formel $KCy : H_2SO_4 : H_2O = 1 : 1 : 2$ sowie haselnußgroße Stücke im Verhältnis 1 : 1 : 3 gemischt, liefern eine zu langsame Gasentbindung. Eine ruhige, gleichmäßige, in dem Zeitraume von 6 Minuten beendete Blausäureentwicklung ergibt sich nach Sirrine (Bull. 209. Neu-York. Geneva) bei Verwendung größerer Cyankalienstücken im Verhältnis von 1 : 1,5 : 2—4.

An Stelle des Cyankaliums hat Woglum (J. e. Ent. 3. 85) das Cyannatrium als Ausgangspunkt für die Blausäure empfohlen, weil es im Gebrauche billiger ist. Wenn eine bestimmte Menge Cyankalium 100 Gaseinheiten liefert, so gibt die gleiche Menge Cyannatrium 130 Einheiten. Dabei ist der Preis für beide Stoffe der nämliche. Allerdings erfordert die Herstellung von Blausäuregas aus dem Cyannatrium eine etwas größere Menge von Schwefelsäure, nämlich nach dem Verhältnis

$$NaCy : H_2SO_4 : H_2O = 1 : 1,5 : 3.$$

Dessenungachtet behält das von Woglum vorgeschlagene Verfahren den Vorzug der größeren Billigkeit.

Das Cyannatrium muß unbedingt frei von Kochsalz sein, weil dieses die entbundene Blausäure zersetzen würde.

Über die Mengen des für die Raumeinheit anzuwendenden Cyankaliums sowie über die Länge, die Häufigkeit und Zeit der Räucherdauer besteht Widerstreit der Meinungen. Nicholson (Bull. 79. Oklahoma) fordert, daß niemals mehr wie 250 g KCy auf 2,8 cbm Raum und niemals längere als einstündige Räucherdauer zur Anwendung gelangen, daß eine Pflanze, besonders aber die Pfirsiche, niemals zweimal hintereinander geräuchert wird und daß unvollständig ausgereifte Bäume von der Räucherung ausgeschlossen bleiben. Im allgemeinen werden für 1 cbm Raum 6—10 g KCy angewendet.

Lebende Pflanzen erweisen sich zuweilen als recht empfindlich gegen die Blausäurebehandlung, namentlich gilt das von Treibhausgewächsen. So machte Tower (22. Jahresb. Massachusetts 214), die Wahrnehmung, daß Glashaustomaten, bei Sonnenschein mit Blausäure aus 1—5 g KCy auf 2,8 cbm Raum behandelt, schwere Schädigungen erlitten. Letztere blieben aus, wenn während der Nachtzeit geräuchert wurde. Ähnliche Erfahrungen sind vielfach gemacht worden und es darf deshalb als feststehende Tatsache betrachtet werden, daß alle zarteren Gewächse unter keinen Umständen bei Zutritt von Sonnenschein, sondern nur bei bewölktem Himmel oder während der Nacht — und hier auch nur während mondfreier Nächte — mit Blausäuregas behandelt werden dürfen. Erforderlichen-

falls muß eine künstliche Beschattung der Glashäuser herbeigeführt werden. Von geringerem Einfluß ist die Temperatur des Räucherraumes sowie seine Luftfeuchtigkeit, sofern dieselbe 70% nicht wesentlich übersteigt.

Im freien Lande und bei hartblättrigen Bäumen, wie z. B. Orange= und Zitronenbäumen, darf auch die Behandlung während der Tageszeit ohne wesentliche Nachteile für die Pflanzen ausgeführt werden, doch ist auch hierbei die Arbeit bei grellem Sonnenscheine tunlichst zu vermeiden. Sie muß unterbleiben, wenn die Zeltplanen zur Erhöhung der Gasdichte mit Öl getränkt worden sind (Morrill). Bei Windstärken von 3 und darüber empfiehlt sich die Vornahme von Blausäureräucherungen im Freien ebenfalls nicht. Dahingegen ruft die Anwesenheit von Tau nach dem übereinstimmenden Urteil verschiedener Forscher

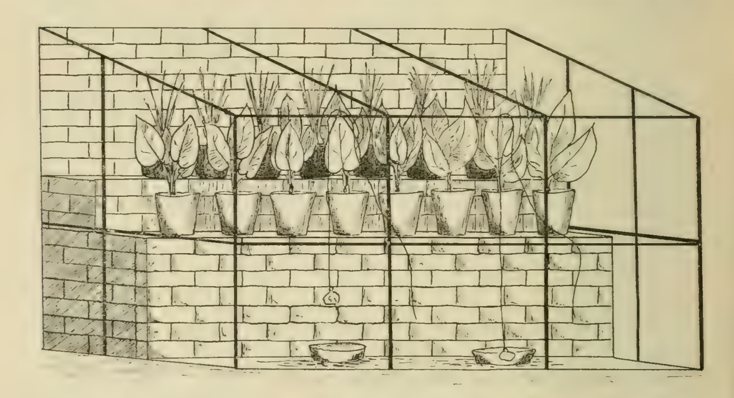


Abb. 8. Schematische Darstellung des Blausäureräucherungsverfahrens in einem Gewächshause.

keinen nachteiligen Einfluß auf die Pflanze aus. Ebensowenig wird dadurch die Gaswirkung geschwächt.

Die Ausführung des Blausäureverfahrens ist in allen Fällen insofern die gleiche, als in den Räucherraum eine der Größe desselben angepaßte Anzahl flacher Schüsseln mit der verdünnten Schwefelsäure aufgestellt werden. In letztere ist schließlich das zweckmäßigerweise leicht in Papier eingewickelte Cyankalium einzuwerfen. Bei Ausführung des Zeltverfahrens wird der endgültige Abschluß des Innenraumes durch Bewerfen des unteren Zeltrandes mit Erdreich hergestellt. Bei Gewächshäusern empfiehlt es sich, das Cyankalium an einem nach außen führenden Bindfaden über der Schwefelsäureschüssel aufzuhängen (Abb. 8) und erst nach gasdichtem Abschluß des Raumes in die Säure zu senken.

Die Zeitdauer der Behandlung wird gegenwärtig fast allgemein auf 45 bis 60 Minuten bemessen.

Von Sanderson und Penny (Bull. 26. B. E. **1900**. 60) ist der Versuch unternommen worden, das Blausäureräucherungsverfahren auch für niedere, krautige Pflanzen nutzbar zu machen. Zum Abschluß der Pflanzen benutzten sie zuckerhutförmige Deckel von Papier. Für einen Raum von 2,8 cbm wurden je 40 g Cyankalium und Schwefelsäure sowie 80 ccm Wasser angewendet, und damit in 10 Minuten die Vernichtung aller unter der Haube befindlichen Insekten erreicht. Gefordert wird, daß die Pflanzen vollkommen trocken sind.

Einatmung von Blausäuregas seitens der Arbeiter hat bei diesen Ohnmachtsanfälle, plötzlichen Drang zur Stuhlentleerung, Muskelschwäche, Muskelzittern, heftiges Herzklopfen, reißenden Kopfschmerz und Erbrechen im Gefolge. Je länger die Zelte über den geräucherten Pflanzen verbleiben, um so geringer ist die Gefahr der Blausäureeinatmung für den Arbeiter.

Die beim Veräuchern von Pflanzen mit Blausäure gemachten Erfahrungen weichen vielfach voneinander ab. Nach J. B. Smith (22. Jahresber. Neu Jersey **1902**. 489) dürfen immergrüne Gewächse (z. B. Koniferen) nicht mit Blausäure behandelt werden. Ruhende Pfirsich- und Pflaumenbäume können ohne Nachteil eine ganze Nacht hindurch, Pfirsich- und Pflaumenwildlinge dahingegen nur 1 Stunde lang in dem Gase — 10 g zu 1 cbm — belassen werden. Für Edelreiser, Schnittlinge und Pflanzen mit schwellenden Knospen empfiehlt er eine 40 Minuten lange Räucherdauer bei 7,5 g KCy zu 1 cbm Raum. Townsend (Bull. 75. Maryland. 183) prüfte das Verhalten der Blausäure gegen trockene und feuchte Samen und fand, daß erstere bei 60tägigem Aufenthalte in einem Raume, welcher Gas aus 3 g Cyankalium auf 1 cbm enthielt, ziemlich unempfindlich gegen das Gas sind. Vorgequellte Samen von Mais, Weizen, Bohnen, Klee erwiesen sich demgegenüber sehr empfindlich. Trockene, mit Blausäuregas behandelte Samen können nach den Untersuchungen des Genannten (an Mäusen) unbedenklich verfüttert werden.

Die Blausäure hat bisher hauptsächlich gegen bestimmte Arten von Schildläusen, sodann gegen die Wachsmotte an Orangen- und Zitronenbäumen und ferner zur Säuberung von Baumschulerzeugnissen Verwendung gefunden. Nebenher sind noch verschiedene Versuche zu anderweitiger Nutzbarmachung unternommen worden. Unter den Schildlausarten, welche sich zur Vernichtung durch Blausäure eignen, sind zu nennen: Chionaspis spp. an Gewächshauspflanzen, (27 g KCy : 1 cbm, 20 Minuten), Orthezia insignis an Coleus (26 g : 1 cbm, 20 Minuten), Lecanium hesperidum, L. oleae, Aspidiotus aurantii und Dactylopius adonidum. Gegen Aspidiotus perniciosus auf Apfel- und Pfirsichbäumen erzielte Britton (Jahresb. Connecticut. **1907**. 270) mit 5 g KCy : 1 cbm günstige Ergebnisse, gleichwohl hat sich die Blausäure als Mittel zur San José-Lausbekämpfung nicht durchzusetzen vermocht. Die Schildlauseier besitzen eine große Widerstandsfähigkeit gegenüber der Blausäure. Auf diesen Umstand muß bei der Zeitwahl für die Räucherungen Rücksicht genommen werden. Zur Vernichtung der Wachsmotte an Orangen- und Zitronenbäumen (Aleyrodes citricola) ist die Blausäure erst in neuerer Zeit, namentlich in Kalifornien und Florida, herangezogen worden. Woods und Dorsett (Circ. 37. B. E.) benutzten das Gas (5,3 g KCy : 1 cbm)

zur Abtötung von Pflanzenläusen auf Gewächshausveilchen ohne Nachteil für die Pflanze und mit vollem Erfolg gegenüber den Blattläusen. Demgegenüber vermögen bestimmte schädliche Niedertiere der Wirkung des Blausäuregases zu widerstehen, so z. B. die rote Milbenspinne (Tetranychus telarius), von welcher Coquillett (I. L. 6. 176) und Woods (Circ. 37. B. E.) übereinstimmend berichten, daß sie nicht völlig durch Blausäuregas beseitigt werden können. Ähnlich verhält es sich mit der Blutlaus (Schizoneura lanigera). Gardner (Ormerod, R. I. **1894**. S. 127) hat mit einer Auflösung von 120 g Cyankali in 100 l Wasser gute Erfolge gegen die Wespen in ihren Nestern zu verzeichnen gehabt. Watte wurde an einem Stock befestigt, in die Giftlösung getaucht und in das Zugangsloch zum Wespennest eingeführt. Das Absterben der Wespen erfolgte augenblicklich. Durch Vermengen von 10, 20 bez. 40 mg Cyankalium mit 1000 g Erde vermochte Kühn (B. 3. 88) die in der letzteren befindlichen Nematoden (Heterodera schachtii) nicht abzutöten. Mit diesen sehr unterschiedlichen Wirkungen des Blausäuregases auf die Insekten hängt es auch zusammen, daß die Mehrzahl der natürlichen Parasiten der Schildläuse usw. bei der Blausäureräucherung erhalten bleibt. Schon Coquillett (I. L. 6. 176) wies darauf hin, daß Coccinella nur vorübergehend von dem Gase betäubt wird, ebenso mehrere Proctotrupiden. Gewisse Ichneumoniden (Ophion macrurum L.) und auch Chrysopa unterliegen ihm dahingegen vollkommen. Ganz ähnliche Beobachtungen machte Froggatt (A. G. N. 16. **1905**. 1088). Darnach gehen die Parasiten der Schildläuse, namentlich die Coccinelliden und Syrphiden bei der Blausäureräucherung nicht zugleich mit den Schildläusen zugrunde. Letztere sollen das Blausäuregas nicht nur einatmen, sondern auch mit dem Rindensaft einsaugen können. Diese Erklärung hat aber wenig Wahrscheinlichkeit für sich. Es ist vielmehr anzunehmen, daß sich die nützlichen Insekten beim Beginn der Blausäurewirkung sofort zu Boden fallen lassen und hier gegen die Einwirkung des an der Bodenoberfläche seinen größten Grad der Verdünnung besitzenden Blausäuregases geschützt sind. Von Orthorhinus und Prosayleus wies Froggatt nach, daß sie die Einatmung von Blausäure vertragen.

In neuerer Zeit hat die Blausäure auch Eingang als Desinfektionsmittel für reblaushaltige oder -verdächtige Weinreben gefunden. Das italienische Ackerbauministerium hat in Verbindung mit der Landwirtschaftsschule zu Imola eine solche Desinfektionskammer eingerichtet. In ähnlicher Weise hat die Regierung von Canada für die Reinigung von Baumschulerzeugnissen, die mit Blutlaus, Apfelblattlaus, Mytilaspis, Aspidiotus, Bohrkäfern, Apfelmade, Nematus ribesii usw. behaftet sind, eine Räucherung mit Blausäuregas vorgeschrieben (I. L. 7. 265).

Metalle:

Leichte Metalle.

Metalle der Alkalien.

Chlorkalium, KCl.

Bislang ist das Chlorkalium zur Vertilgung bestimmter Ackerunkräuter und zur Beseitigung von Niedertieren in Gebrauch genommen worden. Die Empfehlung zur Vernichtung von Ackersenf (Sinapis arvensis) und Hederich (Raphanus raphanistrum) im Getreide geht von Heinrich in Rostock aus, welcher die Beobachtung machte, daß durch das Bespritzen eines etwa 2—4 Wochen alten Gemenges von Hafer- und Senfpflanzen mit 15—40prozent. Lösung von 40prozent. Chlorkaliumdüngesalz (200—400 l auf den ha) unter günstigen Witterungsumständen das Absterben des Unkrautes schon nach 2 Stunden herbeigeführt wird, ohne daß der Hafer dabei leidet. Erbsen, Bohnen, Wicken, Lupinen und Rüben werden — im Gegensatz zu Getreide — durch dieses Verfahren geschädigt. Die Verwendung erfolgt vollkommen nach den für das Eisenvitriol als Hederichvertilgungsmittel geltenden Gesichtspunkten. Obwohl das Verfahren gewisse Vorzüge gegenüber dem Eisenvitriol besitzt, hat es letzteres doch nicht zu verdrängen vermocht. Zu vermuten ist, daß gelegentlich beobachtete mangelhafte Wirksamkeit im Zusammenhange mit der Art und dem gegenseitigen Mengenverhältnis der im 40prozent. Chlorkaliumdünger enthaltenen Nebensalze steht.

Comstock und Slingerland (Bull. 33 der Cornell-Universität S. 235 bis 240) haben das Chlorkalium in Mengen von 175—3750 kg für 0,4 ha gegen die Larven der Elateriden (Drahtwürmer) angewandt und gefunden, daß 1800—2750 kg auf 1 ha den Drahtwürmern nachteilig werden. Derartige Gaben beeinträchtigen aber die Produktionskraft des Bodens. Das Verfahren ist deshalb zu verwerfen.

Die Larven der Rübennematode, Heterodera schachtii Schm., vermögen 72 Stunden lang in 0,1- und 0,5prozent. Lösungen von Chlorkalium zu verharren, ohne irgend welche Schädigung zu erleiden, während in gewöhnlichem Wasser befindliche Larven innerhalb dieses Zeitraums zugrunde gehen. In 1prozent. Lösungen sterben die Nematodenlarven nach 48stündiger Einwirkung. 5prozent. Lösungen wirken binnen 3 Stunden tödlich (Hollrung, Jb. Pfl. **1892**. 10—17).

Kaliumhydroxyd, KOH.

Kalilauge leistet das nämliche wie das Ätznatron. Ohne gegenüber dem letzteren Vorzüge zu besitzen, ist es aber teurer wie jenes.

Eine 1prozent. Kalilauge verletzte nach Bolley (Bull. 9 der Versuchsstation Nord-Dakota) bei 1¼stündiger Beizdauer die Augen schorfiger Kartoffeln. Etwas geringer war der Schaden, wenn die Saatknollen nur ½ Stunde in der Kalilauge verblieben (Z. f. Pfl. **1894**. 119). Slingerland machte den Versuch, die Eier des Birnsaugers, Psylla pyricola Först., auf Birnbäumen mit Kalilauge zu zerstören, was ihm jedoch nicht gelang (Bull. 44 der Cornell-Uni-

versität. Ithaka. S. 179). Marlatt (I. L. 7. 373) erzielte mit 24 kg einer gesättigten Holzaschenlauge auf 100 l Wasser 85% tote Aspidiotus perniciosus. Trotz dieses verhältnismäßig günstigen Ergebnisses eignet sich die Holzasche aber nicht für pflanzentherapeutische Zwecke, weil ihre Zusammensetzung und damit auch ihre Wirkung eine viel zu unbeständige ist.

Kaliumsulfid (Schwefelleber), $KS - K_2S_5$.

Seine bedeutendsten Leistungen hat das Kalium in der als Hepar sulfuris alcalinum, Schwefelleber, bezeichneten Verbindung aufzuweisen. Die Schwefelleber ist eine grünlichgraue amorphe Masse, welche beim Liegen an der Luft Schwefelwasserstoff abgibt und deshalb in gut verschlossenen Gefäßen trocken aufbewahrt werden muß. Sie besitzt die Eigenschaft, organische Substanz zu zersetzen. Ihre Verwendbarkeit für pflanzenpathologische Zwecke beruht zum größten Teile auf diesen ätzend wirkenden Eigenschaften, zum Teil aber auch auf der Abgabe von Schwefelwasserstoff und endlich auch auf dem aus Lösungen sich abscheidenden sehr feinkörnigen Schwefel. Die aus Messing hergestellten Teile der Spritzen werden von der Schwefelleberlösung angegriffen, weshalb sich für die Verteilung der letzteren Spritzen mit verbleiten Behältern usw. erforderlich machen. Auch Gummiteile, wie sie u. a. die Membranpumpen enthalten, werden vom Kaliumsulfid allmählich aufgelöst.

a) Verwendung als Insektizid.

Frisch bereitetes Pulver von Schwefelleber ist ein gutes Vertilgungsmittel zur Bekämpfung der schleimbedeckten Afterraupen von Eriocampoides limacina auf Pflaumen- und Kirschbäumen. Ebenso wirksam und dabei noch billiger im Gebrauch ist aber der Ätzkalkstaub. Im übrigen lauten die Urteile über das Mittel als Insektizid recht widersprechend. Zur Vertilgung von Chrysomphalus auf Orangenbäumen reichte, wie Fondard (Bull. Soc. Agric. **1909**. 45) zeigte, eine 4prozent. Schwefelleberbrühe nicht aus, es wurden nur 74% der Läuse getötet. Gegen den Sauerwurm (Conchylis ambiguella) lieferte eine 2—5prozent. Lösung bald ungünstige, bald günstige Erfolge. Du Bois (I. L. 4. 409) bezeichnet das Mittel als wirksam gegen Heuschrecken, denn die damit besprengten Tiere, wie auch die Eier, gehen nach den Angaben des Genannten baldigst zugrunde.

b) Verwendung als Fungizid.

Als Spritzmittel.

Einen etwas größeren Verwendungskreis hat sich das Schwefelkalium als Fungizid erworben, wobei es teils als Spritzmittel für sich allein oder im Gemisch mit Insektiziden sowie anderen Fungiziden, teils als Beize in Tätigkeit gesetzt wird.

Unwirksam wurde die Schwefelleberspritzbrühe von Sturgis (Jahresber. **1893**. Vers. Connecticut. 72) gegen Phytophthora phaseoli gefunden. Auf die Auskeimung der Uredosporen von Puccinia graminis und P. coronata wirkt nach Hitchcock und Carleton (Bull. 38. Vers. Kansas) eine 1‰-Lösung des Mittels

geradezu förderlich ein. Auf der andern Seite erreichte Galloway (J. M. 7. 195) durch Bespritzungen von Getreidepflanzen in 10tägigen Pausen mit einer 0,5prozent. Schwefelleberlösung, daß das Erntequantum höher, die Stärke des Rostes aber eine geringere war als bei den unbehandelten Pflanzen. Er erhielt behandelt 1, unbehandelt 24 rostige Pflanzen. Ob in diesem Falle das Schwefelkalium ausschließlich als Fungizid gewirkt hat, ist doch aber sehr zu bezweifeln. Sehr nahe liegt die Annahme, daß das Mittel auch durch seine düngende Kraft zur Rostverminderung beigetragen hat.

Eine gewisse Bedeutung hat die Schwefelleberbrühe als Spezifikum gegen die Mehltaupilze erlangt. Schon Goff (J. M. 5. 33) wandte das Schwefelkalium (in 0,2prozent. und 0,4prozent. Lösung) als Vorbeugungsmittel gegen den Mehltau der Stachelbeeren, Sphaerotheca mors uvae B. u. C., an. Die erste Bespritzung erfolgte kurz nach dem Erscheinen der ersten Blätter und wurde nach jedem stärkeren Regen in den nächsten 8 Wochen wiederholt. Mit dem Aufhören der Bespritzungen begann sich der Pilz überall einzustellen. Soll ein vollkommener Erfolg erzielt werden, so ist das Verfahren also den ganzen Sommer über auszuführen. Der vorerwähnte Versuch lieferte

unbehandelt	11,3%	erkrankte Pflanzen
mit 0,2prozent. Lösung bespritzt	7,0%	„ „
„ 0,4 „ „ „	1,7%	„ „

Nach dem Hervortreten des amerikanischen Stachelbeermehltaues in Europa ist auch hier vielfach bei der Schwefelleberbrühe Hilfe gegen den Pilz gesucht und gefunden worden. So gelang es E. Marchal (Z. f. Pfl. 20. **1910**. 234) durch Bespritzungen mit 0,35—0,6prozent. Brühe, die Seuche auf ihren Herd zu beschränken. Auch Schander hatte beachtenswerte Erfolge zu verzeichnen, wenn eine 0,5—0,8prozent. Brühe einmal vor der Blüte und 1—3mal zwischen Blüte und Fruchtreife auf die gefährdeten Pflanzen gespritzt wurde. Lind (Gartner-Tidende **1910**) empfiehlt, die Stachelbeerbüsche auszugraben, 1 Stunde lang in eine 1,65prozent. Lösung von Schwefelleber einzutauchen und dann wieder an ihren alten Standort zurückzubringen.

Unbefriedigend waren die Erfolge, welche Galloway, allerdings mit einer nur 0,1prozent. Lösung, gegen die Schwarzfäule der Reben (Laestadia bidwellii) erzielte. Außerdem soll diese dünne Lösung ziemlich bedeutende Blattbeschädigungen hervorgerufen haben, vielleicht weil sie als Brennlinse gewirkt hat. Andererseits machte Galloway (J. M. 5. 37) ganz günstige Erfahrungen mit einer 0,4prozent. Schwefelleberbrühe gegen die Bitterfäule der Äpfel (Gloeosporium fructigenum), wenn er im Verlaufe des Monates August 3mal in Zwischenräumen von 10 Tagen das Laub der Apfelbäume damit leicht benetzte.

Auch gegen den Apfelschorf, Fusicladium dendriticum Fckl., hat das Mittel leidlich gute Dienste geleistet. Goff (l. c.) hatte unter Zugrundelegung einer nach dem Laubausbruch der Bäume begonnenen, nach jedem starken Regen wiederholten Überbrausung mit 4prozent. Schwefelleberlösung einen höheren Prozentsatz fleckenfreier Äpfel zu verzeichnen, als bei unbespritzten Bäumen.

Für die Heilung der nach Briosi (A. A. L. Ser. 3a. Bd. 2) von Fusicladium limoni hervorgerufenen bezw. geförderten Fußkrankheit des Zitronenbaumes empfehlen Swingle und Webber eine Schwefelleberbrühe, deren Zubereitung wie folgt zu geschehen hat: 18 kg Schwefelkalium werden in einem eisernen oder hölzernen Gefäß mit 15 l Wasser zu einem steifen Brei angemacht. Hierin werden 12 kg fein gepulvertes 98prozent. Ätznatron kräftig verrührt. Die Masse erwärmt sich von selbst, nimmt braune Färbung an, gerät ins Sieden und wird dabei flüssig. Sobald das Sieden vorbei ist, wird die ganze Masse auf 100 l Brühe verdünnt, in einen Glasballon gefüllt und gut verschlossen aufbewahrt. Das Mittel ist dergestalt in Gebrauch zu nehmen, daß mit ihm nach dem Freilegen und Wegschneiden der befallenen Wurzel- und Rindenteile die entstandenen Schnittwunden gut ausgepinselt werden. Hierbei ist die obige Brühe noch mit der gleichen Wenge Wasser zu verdünnen. Für die sehr zu empfehlende Besprengung der freigelegten, tatsächlich oder anscheinend gesunden Wurzeln ist das Mittel mit der 10fachen Menge Wasser zu versetzen.

Als Beizmittel.

Bolley (Bull. 9. Vers. Norddakota) versuchte mit Hilfe des Schwefelkaliums den Kartoffelschorf zu bekämpfen und zwar durch eine Beize der Saatknollen. Er benutzte dazu eine 0,3—0,4prozent. Lösung und ließ dieselbe 12 Stunden lang auf die Kartoffeln einwirken. Für die letzteren war die Beize mit keinerlei Schädigungen verbunden. Die Beseitigung des Schorfes gelang aber nur in unvollkommenem Maße.

Als geeignetes Mittel zur Entfernung der an der Hafersaat haftenden Sporen von Ustilago avenae haben Kellermann und Swingle das Schwefelkalium erkannt. Nach ihnen hat sich namentlich Jensen-Kopenhagen bemüht, dieser Form der Brandbeize Eingang zu verschaffen, indessen ohne nachhaltigen Erfolg. Das von ihm vertriebene Geheimmittel Cerespulver besteht in seinem wesentlichen Bestandteile aus Schwefelkalium. In neuster Zeit wird in den Vereinigten Staaten unter der Bezeichnung Sar (Abkürzung aus Sulphur, Alkali und Resin) eine Mischung zur Verhütung von Flug- und Steinbrand im Getreide empfohlen (F. B. Nr. 250), welches in der Hauptsache ebenfalls aus Schwefelleber besteht, infolge seiner umständlichen Zubereitung und seiner unsicheren Zusammensetzung aber wohl kaum Aussicht hat, die vorhandenen bewährten Beizmittel zu verdrängen. Lediglich der Vollständigkeit halber folgt für seine Herstellung die

Vorschrift (37):	Schwefelblume	30 kg
	Zerkleinerte Ätzsoda	20 „
	Gepulvertes Harz	1 „
	Wasser	100 l

Schwefelblume und Harz mit wenig Wasser zu einem dicken Brei verrühren, Ätzsoda dazu geben, nach vollständiger Lösung der von selbst ins Kochen kommenden Masse zu 100 l ergänzen und als Vorratslösung verwahren. Zum Zwecke der Beize sind 1 Teil der letzteren mit 50 Teilen oder mit 200 Teilen Wasser zu verdünnen. Im ersteren Falle hat die Beizdauer 2, im letzteren

12 Stunden zu betragen. Beizdauern von 12 Stunden sind jedoch als ein Rückschritt in der Brandbekämpfung zu bezeichnen.

Als Zusatzmittel hat das Schwefelkalium namentlich für den Fall Verwendung gefunden, daß eine gleichzeitige Bekämpfung von Plasmopara und Oidium am Weinstock notwendig erscheint. Die Kupferkalkbrühe gibt mit Schwefelleberlösung eine gute Mischung, aus welcher sich auf den Blättern der Schwefel in sehr feiner Form abscheidet. Die Mischungsverhältnisse sind die gegebenen.

Eine andere Form von Schwefelleberbrühen, welche beim Zusammenkochen von Schwefelblumen mit Seifenlösung entsteht, hat in England die Bezeichnung Chiswick Compound erhalten. Das Mittel soll (R. I. **1893**. 22) gute Dienste gegen Blattläuse (Aphis sp.) leisten. Es gelangt in Form von Kuchen in den Handel, welche sich nach 16stündigem Kochen vollkommen in Wasser auflösen.

Der Preis der Schwefelleber beträgt (Merck. Preisliste 1913. Kalium sulfuratum pro balneo) 0,70 M für 1 kg. Natrium sulfuratum ist wesentlich wohlfeiler.

Cyankalium, KCy.

Das Cyankalium ist ein starkes Magengift, in den meisten Fällen dürfte es aber gleichzeitig als Atmungsgift wirken, da Cyankalium schon beim bloßen Liegen an der atmosphärischen Luft geringe Mengen Blausäuren entwickelt. Mally (Bull. 29. D. E.) empfahl zur Anlockung von Heliothis armiger, die Ränder der Baumwollfelder mit Pferdebohnen zu bepflanzen und die Blüten der letzteren mit einer Cyankaliumlösung zu bespritzen, in der Erwartung, daß die auf den Blüten sich einfindenden Heliothis-Schmetterlinge dadurch getötet werden. Die vorgeschlagene Verwendungsweise hat den Nachteil, daß die Schmetterlinge nur solche Stoffe aufzunehmen vermögen, welche sich in Lösung befinden und daß mit dem Eintrocknen der Cyankaliumlösung deshalb auch die Giftwirkung derselben für Schmetterlinge aufhört.

Hitchcock und Carleton haben das Kaliumcyanid auch als Fungizid anzuwenden versucht und gefunden, daß eine Lösung von 1:1000 die Keimung der Uredosporen von Puccinia coronata verhindert, während eine Lösung von 1:10000 das nicht mehr kann. (Versuchsstation Kansas. Bull. 38.)

Rhodankalium, KCyS.

Eine 1‰ Lösung von Rhodankalium verhindert bei 21—24stündiger Einwirkung auf die Uredosporen von Puccinia coronata das Auskeimen derselben nahezu vollständig (Hitchcock und Carleton. Bull. 38 der Versuchsstation Manhattan, Kansas).

Schwefelsaures Kali, K_2SO_4.

Das reine schwefelsaure Kali wird seines hohen Preises halber für phytopathologische Zwecke fast gar nicht gebraucht. Zumeist tritt an dessen Stelle der Kainit, welcher etwa 12½% Kaliumsulfat enthält.

Innerlich. Von verschiedenen Forschern und Praktikern wird die Ansicht vertreten, daß durch die Zuführung von Kalisalz die als Rübenmüdigkeit bezeichnete Krankheit behoben werden könne. Bis jetzt ist es indessen noch nicht gelungen — selbst durch starke Kainitgaben — dieses Ziel unter allen Umständen sicher zu erreichen (vergl. Hollrung, Jb. Pfl. **1893**. 4 und **1894**. 21—32).

Äußerlich.

Als Insektizid:

Comstock und Slingerland (Bull. 33 der Cornell-Universität) konnten keine durchschlagenden Erfolge mit dem Kainit gegen die unter dem Vulgärnamen „Drahtwürmer" bekannten Elateridenlarven erzielen. Diese Tatsache erscheint um so bemerkenswerter, als nach sonstigen amerikanischen Berichten der Kainit ein sehr brauchbares Mittel gegen die Raupen der Saateulen, die sogenannten grauen Maden, bilden soll. Ja nach Smith (I. L. 6. 96) hat man in einer 12prozent. Kainitlösung eines der wirksamsten Insektizide zu erblicken. Webster und Hopkins (I. L. 6. 97) haben dem aber sehr berechtigte Zweifel entgegengesetzt. Sie führen die bei Anwendung des Mittels wahrgenommenen günstigen Erfolge lediglich auf die düngende Wirkung zurück.

Die Larven der Rübennematoden, Heterodera schachtii Schm., werden von 0,1 und 0,5prozent. Kainitlösungen bei 72stündiger Einwirkungsdauer in keiner Weise beeinträchtigt. 1prozent. Lösungen bringen nach 96 Stunden die Larven zum Absterben. Dieselbe Wirkung wird von einer 5prozent. Lösung bereits nach 3stündiger Einwirkung erzielt. Reines schwefelsaures Kali wirkt stärker wie der Kainit (Hollrung, Jb. Pfl. **1892**. 12—14).

Salpetersaures Kali, KNO_3.

a) Als Insektizid:

Für die Vertreibung des Blasenfußes in Gewächshäusern (Thrips haemorrhoidales) eignet sich nach Noel (Bull. du Laboratoire régional d'entomologie agricole. Rouen 1892) eine Mischung von

Vorschrift (36):	Kalisalpeter	20 kg
	Tabakrückstände	200 „
	Wasser	100 l

Herstellung: Mit dem im Wasser gelösten Kalisalpeter sind die Tabakrückstände zu durchtränken und dann zu trocknen.

Verwendung: Als Räuchermittel.

b) Als Fungizid:

Wüthrich (Z. f. Pfl. **1892**. 16. 81) hat den Kalisalpeter auf seine pilzwidrigen Eigenschaften untersucht. Das Salz zeigte bei fünfzehnstündiger Einwirkungsdauer folgendes Verhalten:

Phytophthora infestans. In 0,1prozent. Lösung findet Schwärmerbildung zwar nicht statt, wohl aber direkte Auskeimung mit Bildung von Sekundärkonidien. In 1prozent. Lösung tritt weder Schwärmerbildung noch Auskeimung ein. Nach Zusatz von Malzextrakt zu einer 1prozent. Lösung erfolgt zwar sehr

reichliche direkte Auskeimung, die Keimschläuche sind aber mißgestaltet. In 10prozent. Lösung mit Malzextrakt ist noch Auskeimung zu beobachten, die Keimschläuche sind jedoch von abnormaler Beschaffenheit. Bei Zoosporen ruft 1prozent. Lösung augenblickliche Tötung hervor und läßt innerhalb 15 Stunden keine einzige Keimung zustande kommen.

Plasmopora viticola. In 0,1prozent. Lösung wird bei Konidien die Keimung bezw. Schwärmsporenbildung verhindert und die Bewegung der Schwärmsporen sofort verlangsamt. Innerhalb 15 Stunden gelangt keine der letzteren zur Auskeimung.

Puccinia graminis. 5prozent. Lösung drückt die Zahl der Uredosporenkeimungen sehr herab. Bei 10,1prozent. unterbleibt die Keimung vollständig.

Ustilago carbo. In Lösung von 4,04% werden nur noch ganz vereinzelt kurze Promyzelien ohne Sporidien getrieben. 5,05% ruft völlige Unterbrechung der Keimung hervor. Bei 10,1% und Malzextrakt sind zwar noch zahlreiche Auskeimungen, aber nur wenig Sproßkonidien zu beobachten.

Claviceps purpurea. Eine 10,1 prozent. Lösung vermag die Keimung nicht völlig zu verhindern.

Chlornatrium (Kochsalz), NaCl.

Eine direkte Zugabe von Kochsalzlösung zu lebenden Pflanzen wirkt auf letztere tödlich. Beispielsweise fand Viala (R. V. **1894**. Nr. 3 u. 5. Z. f. Pfl. **1895**. 224), daß 3jährige im Topf gezogene Reben infolge einer einmaligen Begießung mit konzentrierter Chlornatriumlösung (zugeführte Gesamtsalzmenge 200 g) innerhalb 8 Tagen sterben. Auch weniger starke Lösungen erwiesen sich noch als schädlich.

a) Als Insektizid:

Nach den sehr eingehenden Untersuchungen von Comstock und Slingerland (Bull. 33 der Cornell Universität-Versuchsstation S. 226—233) tötet Kochsalz die Drahtwürmer im Ackerboden erst, sofern demselben 3375—4500 kg auf 1 ha bis auf eine Tiefe von 10 cm zugeführt werden. Mit 2250 kg Kochsalz waren selbst bei längerer Einwirkungsdauer befriedigende Ergebnisse nicht zu erzielen.

b) Als Fungizid:

Gegen Plasmopara viticola de By, den falschen Mehltau des Weinstockes, hat das Kochsalz gelegentlich Empfehlung gefunden (S. L. Z. **1882**. 674). Die Stöcke sollen mit einer aus 2 kg Salz und 100 l Wasser bestehenden Lake flüchtig bespritzt werden. Nachhaltige Erfolge scheinen jedoch nicht damit erzielt worden zu sein, da in der Zukunft nirgends mehr des Mittels Erwähnung getan wird.

Ätzsoda, NaOH.

Als selbständiges Vertilgungsmittel kommt die Natronlauge nicht in Frage. Beispielsweise prüfte Smith (Bull. 178. Neu-Jersey) die Wirkung einer 7,5prozent.

Lösung auf überwinternde Schildläuse und fand, daß eine solche Lauge vollkommen unwirksam ist. Dahingegen eignet sich die Natronlauge ihrer Billigkeit und fettlösenden Eigenschaften halber sehr gut als Hilfsstoff.

Unterschwefligsaures Natron, $Na_2S_2O_3$.

Dieser beim Kochen von Schwefel in einer Lösung von schwefelsaurem Natron sich bildende Stoff wurde von Hitchcock und Carleton (Bull. 38. Vers. Kansas) auf sein Verhalten zu den Uredosporen von Puccinia coronata untersucht. Eine 1 ‰-Lösung desselben übte keinerlei schädigenden Einfluß auf dieselben aus. Auch bei 16—17stündigem Verweilen der Uredosporen in einer 1prozent. Lösung trat Schwächung der Keimkraft nicht ein, dahingegen war eine solche bei 24—26stündiger Einwirkung bemerkbar.

Geradezu nachteilige Wirkungen hatte ein von Galloway (Bull. 3. D. V. P. 9) gegen die Schwarzfäule (Laestadia) auf Weinstöcken verwendete 0,075prozent. Lösung für die letzteren.

Kohlensaures Natron (Soda), $Na_2CO_3 + H_2O$.

Sodalösungen wirken nach Wüthrich (Z. f. Pfl. **1892**. 16. 81) auf die Keimfähigkeit mancher Pilzsporen nachteilig ein. Seinen Untersuchungen ist folgendes zu entnehmen:

Phytophthora infestans. In einer 0,05prozent. Lösung bringen die Konidien keine Schwärmer zur Ausbildung, es erfolgen indessen noch einige direkte Auskeimungen. Bei 0,5 % finden keinerlei Auskeimungen mehr statt. Die Bewegungen der Zoosporen hören in 0,5prozent. Lösung etwa nach 1 Minute auf, innerhalb 15 Stunden erfolgen keinerlei Auskeimungen.

Plasmopara viticola. Die Konidien gelangen in 0,05prozent. Lösung weder zur Keimung noch zur Schwärmerbildung.

Puccinia graminis. Die Uredosporen treiben in 0,5 % nur wenige und kurze Schläuche. Bei 2,5 % unterbleibt der Keimungsvorgang.

Ustilago carbo. In 0,25prozent. Lösung keimen die Sporen nur vereinzelt, in 0,5 % findet keine Keimung mehr statt.

Claviceps purpurea. In 0,05prozent. Lösung treiben nur wenige Konidien kurze Schläuche, während in 0,5prozent. Lösung die Keimung ausbleibt.

Doppeltkohlensaures Natron, $NaHCO_3$.

Bereits im Jahre 1880 bezeichnete Schaal (Der Weinbau. **1880**. 67. 68) das Natriumkarbonat als ein brauchbares Mittel gegen den echten Mehltau (Oidium) des Weinstockes. Nach ihm hat Burvenich (T. Pl. **1903**. 61) das Mittel zum gleichen Zwecke seiner großen Billigkeit und guten Wirkung halber empfohlen. Er gibt an, daß die Lösung aber nicht stärker als 2prozentig sein dürfe. Das im Handel erscheinende doppeltkohlensaure Natron enthält oft recht erhebliche Mengen von Natriumsulfat.

Salpetersaures Natron (Chilesalpeter), $NaNO_3$.

Ormerod (R. I. **1893**. 50) gibt an, daß der Chilesalpeter den Larven der Kohlschnake (Tipula oleracea L.) sehr schädlich sei und Smith (I. L. 6. 96) hält 4 kg Natronsalpeter auf 100 l Wasser für ein sehr wirksames Insektenvertilgungsmittel. Wenn es wirklich gelingt, mit der Verabreichung von salpetersaurem Natron die von Insekten heimgesuchten Pflanzen zu retten, so wird hierbei wohl ein wesentlicher Teil des Erfolges der düngenden Wirkung des Salpeters zuzuschreiben sein.

Von Heinrich (D. L. Pr. **1900**. 666) wurde eine mindestens 15prozent. Chilesalpeterlösung in Mengen von 200—400 l auf den Hektar als Ersatzmittel für das Eisenvitriol bei der Vertilgung von Hederich und Ackersenf im Getreide mit gutem Erfolge verwendet. Wiederholungen dieses Verfahrens von anderer Hand zeitigten allerdings zum Teil Mißerfolge.

Borsaures Natron (Borax), $Na_2B_4O_7 + 10\,H_2O$.

Eine Auflösung von ½ kg Borax in 100 l Wasser soll (G. Chr. **1892**. 497. 593. Z. f. Pfl. **93**, 183) zwar den Mehltau der Reben, Plasmopara viticola de By, beseitigen, gleichzeitig aber das Laub verbrennen, wenn nicht bald hinterher mit Wasser nachgespritzt wird. Nach 14 Tagen war zudem der Mehltau wieder ebenso stark vorhanden wie vorher. Somit kann eine Boraxlösung als etwaiges Ersatzmittel für die gegen den Plasmopara-Pilz anerkannt gute Dienste leistende Kupferkalkbrühe nicht in Betracht kommen.

Kohlensaures Ammon.

In einer 1‰-Lösung von kohlensaurem Ammon in Wasser keimen innerhalb 48 Stunden die Uredosporen von Puccinia coronata ungehindert aus. Dahingegen wird der Keimprozeß bei einer 16—17stündigen Einwirkung einer 1prozent. Lösung bereits wahrnehmbar gehemmt (Hitchcock und Carleton, Bull. 38 der Versuchsstation Manhattan, Kansas). Nähere Angaben über die Form des kohlensauren Ammoniums werden nicht gemacht.

Schwefelsaures Ammonium, $(NH_4)_2SO_4$.

Heinrich (a. a. O.) hatte das schwefelsaure Ammoniak zugleich mit dem Chlornatrium und dem Chilesalpeter als Mittel zur Unkrautvertilgung empfohlen. Castel-Delétrez (Journal de la Société agricole du Brabant-Hainaut. **1899**. S. 701) verwendete das Mittel gegen Distel (Carduus) und weißen Senf. Er fand dabei, daß eine 3prozent. Lösung von schwefelsaurem Ammoniak die Distel wohl verletzt, aber nicht vernichtet, 5prozent. Lösung die Blätter vollkommen zerstört und das Wachstum für einige Tage aufhält, 10prozent. Lösung junge Distelpflanzen vollkommen vernichtet (und weißen Senf ebenfalls vollkommen zerstört, sofern die Pflanze noch nicht zur Blüte gelangt ist), 15prozent. Lösung selbst Pflanzen von 20—30 cm Höhe vernichtete.

Metalle der alkalischen Erden.

Chlorbaryum, $BaCl_2 + 2\,H_2O$.

Die Einführung des Chlorbaryums in die Pflanzenpathologie ist durch Moravek (Ö. L. W. **1896**. 243) erfolgt. Das Mittel besteht aus weißen, feinen in Wasser leicht löslichen Kristallen, dient in erster Linie als Magengift, soll aber auch äußerlich als Ätzungsgift wirksam sein. Nachteile des Chlorbaryums sind seine verhältnismäßig langsame Wirkung, seine Wasserlöslichkeit, welcher die leichte Wegwaschung der aufgespritzten Brühe von den Blättern zuzuschreiben ist, ferner die Unsichtbarkeit der aufgespritzten Tropfen und die leicht zu unliebsamen Verwechslungen Anlaß gebende Farblosigkeit der Brühen. Ein besseres Sichtbarwerden der Brühen und zugleich ein besseres Haften läßt sich durch Zusatz von etwas verkleistertem Mehl sowie durch Anwendung von kohlensäurehaltigem Wasser bei der Auflösung des Barymchlorides erzielen. Mokrschetzki empfiehlt zu diesem Zwecke geradezu auf je 100 l Spritzflüssigkeit 250 g Soda beizugeben. Barsacq sucht bessere Klebkraft durch Beimischung einer Auflösung von 100 g Kolophonium in 600 g 90prozent. Alkohol auf je 100 l Brühe zu erreichen. Andere Forscher bevorzugen einen Melassezusatz. Der Nachteil der Farblosigkeit würde sich durch Beimischung eines billigen Farbstoffes beheben lassen. Ein Vorzug des Chlorbaryums ist seine Wohlfeilheit (Merck. 10 kg = 22 M) und seine Gefahrlosigkeit für den Menschen und höhere Tiere. Blattbeschädigungen sind zu gewärtigen, sobald als die Brühe eine Stärke von 2% erreicht. So beobachtete Lüstner (Ber. G. **1909**. 102) durch die 2prozent. Brühe Verbrennungen am Weinstock und Dewitz sogar schon bei 1 kg $BaCl_2$ und 2 kg Melasse auf 100 kg Wasser. Am Hopfen erhielt Kulisch (Ber. Vers. Kolmar. **1909**, **1910**. S. 55) Blattbeschädigungen bei 2prozent. Stärke. Dagegen hält Moravek (a. a. O.) bei Rübenpflanzen eine 2prozent. und bei älteren Pflanzen sogar eine 4prozent. Brühe für zulässig.

Die Herstellung des Chlorbaryumspritzmittels zeichnet sich durch Einfachheit aus, denn sie erfordert nur einfach Lösung des Salzes in heißem Wasser.

Vermischung mit Brühen aus Sulfatsalzen, also auch mit Kupferkalkbrühe, ist ausgeschlossen, weil dabei wirkungsloser schwefelsaurer Baryt entstehen würde.

Mit einer 2—4prozent. Barymchloridbrühe erzielte Moravek günstige Ergebnisse gegenüber dem Rübenrüsselkäfer (Cleonus punctiventris, Cl. sulcicollis) und Kulisch (a. a. O.) mit einer 2prozent. Lösung gegen die Hopfenblattlaus (Phorodon humuli), welche nach seinen Angaben umgehend der Vernichtung anheimfiel. Zu seiner eigentlichen Bedeutung ist das Chlorbaryum aber erst durch den Einspruch gelangt, den die französische Ärzteschaft gegen die fernere Vernichtung von Rebenschädigern mit arsenhaltigen Mitteln erhoben hat. Neben dem Nikotin ist als Ersatzmittel für das Arsen auch das Chlorbaryum herangezogen worden.

Hartzell (Bull. 331. Vers. Geneva, N.-Y. 1910. 489) lieferte vergleichende Untersuchungen über die Stärke der Wirkung des Barymchlorides gegenüber der des Bleiarsenates. Erdflöhe des Weinstockes (Haltica chalybea) wurden von gezuckertem Barymchlorid (1%?) in 168, durch gezuckerte Bleiarsenatbrühe (1%) in 4 Stunden

getötet. Bei der Verwendung des Mittels gegen die Gespinstmotte (Hyponomeuta malinella) machten Capus und Feytaud (R. V. Bd. 32. **1909**. 258) die Wahrnehmung, daß die Brühen um so stärker sein müssen, je älter die Raupen sind, daß andrerseits stärkere Brühen aber auch leicht Blattverbrennungen hervorrufen können. Bei Bespritzungen im Freien erzielten sie

1,8%	$BaCl_2$ . . .	71%	tote Raupen,	Blätter unversehrt,
2,0 „	„ . . .	85 „	„	„ „ „
2,4 „	„ . . .	89 „	„	„ ganz leichte Verbrennungen,
4,0 „	„ . . .	97 „	„	„ Verbrennungen.

Nach Perraud (Pr. a. v. 31. Jahrg. **1910**. 2. Bd. 102) leistet eine Brühe mit 1,2% Chlorbaryum und 2% Melasse gegen die Heuwürmer, eine solche mit 1,5% $BaCl_2$ und 2% Melasse gegen die Sauerwürmer von Conchylis und Eudemis die nämlichen Dienste wie die Arsenbrühe. Über 2% ist keiner der französischen Versuchsansteller hinausgegangen. Ein Herabgehen auf 1prozent. Brühen während der Blütezeit erscheint angezeigt.

Baryumkarbonat, $BaCO_3$.

Von alters her ist das ein weißes Pulver darstellende, im Wasser unlösliche Baryumkarbonat als Mittel zur Vertilgung von Nagetieren, einschließlich der feldbewohnenden im Gebrauch. Zur Vertilgung von Feldmäusen eignet sich ein Köder nach der

Vorschrift (38): Gefällter kohlensaurer Baryt ¼ kg
Zucker . . . . 50 g
Brot oder Gerstenmehl . . 1 kg

Herstellung: Das Brot, welches weder frisch noch sauer sein darf, zerreiben, mit dem Zucker und Baryt leicht aber gut mischen, schließlich zusammenkneten und zu 5000 Pillen formen.

Verwendung: Wenn irgend möglich, in die Löcher hineinschieben, damit Hasen die Pillen nicht aufnehmen können. Hühner lesen dieselben nicht auf.

Auch gegen Wühlmäuse (Arvicola amphibius) hat das Mittel brauchbare Dienste geleistet, sofern in der nachfolgenden von Hiltner und Korff (Pr. Bl. Pfl. **1908**. 18) angegebenen Weise damit verfahren wird. Die mit dem Baryumkarbonat durchsetzten Brotstückchen sind unmittelbar vor dem Gebrauch in etwas Wasser oder Milch aufzuweichen, mit einer Kleinigkeit Witterung zu bestreuen und, ohne sie mit der Hand anzufassen, in die Wühlmauslöcher einzuschieben. Nach Einführung des Barytbrotes muß der Gang geschlossen werden, aber so, daß das Brot nicht mit Erde zugeschüttet wird. Das Baryumbrot kann auch in Pillenform und dann mit der Legeflinte in die Löcher gebracht werden. Hotter (Z. V. Ö. **1909**.) ergänzte diese Anleitung dahin, daß die Vergiftung zeitig im Frühjahr erfolgen muß, da eine Vorbedingung für den Erfolg das Fehlen anderweitiger Nahrungsmittel bildet. Nach ihm soll der aus Weizen- oder Maismehl hergestellte Köder 18—20% und die einzelne Pille 30—50 mg $BaCO_3$ enthalten.

Der Preis beträgt nach Merck Preisliste 1913 für 10 kg 20 M.

Calciumoxyd (Ätzkalk), CaO.

Neben einem starken Ätzungsvermögen besitzt der Ätzkalk auch noch die Fähigkeit, sich bei Aufnahme von Wasser stark zu erhitzen. Beide Eigenschaften sind zur Abtötung von Niedertieren und Pilzen nutzbar gemacht worden.

a) Als Insektizid.

Aufstreuung von Ätzkalkpulver eignet sich vorzüglich gegenüber Niedertieren mit schleimiger Bedeckung, beispielsweise Nacktschnecken, Afterraupen von Eriocampoides limacina, Larven des Spargelkäfers (Lema asparagi, L. 12punctata), des Lilienhähnchens (Lema merdigera). Unter dem Einflusse der ätzenden Wirkung des Kalkstaubes werfen die genannten Schädiger ihre Schleimhülle und damit ihr bestes Schutzmittel gegen nachteilige Einwirkungen von außen her ab. Eine bald nach der ersten wiederholte zweite Bestäubung pflegt deshalb den Tod der behandelten Schädiger herbeizuführen. Ein amerikanischer Landwirt Firor (I. L. **1**. 17) berichtet, daß er mit einem Gemisch von 2 Teilen Ätzkalkpulver und 1 Teil Tabaksdunst Stachelbeerblattwespen, Nematus ventricosus, vollkommen zu vernichten vermochte. Er überbrauste zunächst die Stachelbeersträucher und stäubte dann das Gemenge darüber.

Die als Drahtwürmer bekannten Larven verschiedener Elateridenspezies werden nach Comstock und Slingerland auf direktem Wege durch eine Ätzkalkbeimischung zum Boden (200 Bushel pro 1 Acre = 70 hl auf 0,4 ha) nicht angegriffen. Dennoch ist es eine praktisch erprobte Tatsache, daß durch eine Ätzkalkdüngung die Drahtwürmerplage eine sichtliche Milderung erfährt. Eine Erklärung hierfür ist darin zu suchen, daß die Drahtwürmer feuchtes Ackerland bevorzugen, während Kalkdüngung aber bekanntlich eine Entfeuchtung bewirkt.

Durch Kühn (B. **3**. 88—102) wurde nachgewiesen, daß beim innigen Vermischen von 1 Teil Ätzkalk auf 4, höchstens 6 Teile Erde die in letzterer enthaltenen Nematoden (Heterodera schachtii) vernichtet werden. Um diese Wirkung vollkommen zu erreichen, ist mehrmaliges Um- und Durcheinanderstechen des betr. Quantums Erde durchaus erforderlich. Die Einwirkung des Kalkes hat möglichst lange, am besten einen ganzen Winter über anzudauern. Besonders geeignet ist das Kühnsche Verfahren für die Beseitigung der Nematoden in der sogenannten Abschipperde, d. s. die beim Transport der Rüben vom Felde nach der Fabrik auf den Boden des Wagens herunterfallenden Erdteile.

Von Lüstner (Ber. G. **1909**. 134) ist der Ätzkalk als Schutzmittel gegen den Befall der Reben durch den Dickmaulrüßler (Otiorrhynchus sulcatus) benutzt worden. Der Kalk wurde von ihm in kleine Häufchen um den Fuß der gefährdeten Rebstöcke gestreut. Praktische Bedeutung hat auch diese Verwendungsform des Ätzkalkes nicht.

Durch den regelmäßigen Zusatz von Ätzkalkmilch zu dem mit Nematoden (Heterodera schachtii) durchsetzten Wasser der Rübenwäschen in Zuckerfabriken läßt sich, wie Hollrung (Jb. Pfl. **1891**. 20) zeigte und wie von Zscheye (Z. Z. **1910**. 877) sowie von Schwartz (A. B. A. **1911**. 209) bestätigt worden ist,

das Rübenälchen abtöten. Um eine derartige Wirkung zu erzielen, muß die Ätzalkalität des Wassers mindestens 0,03% betragen.

b) Als Fungizid:

Als Vernichtungsmittel für Pilze hat der Kalk vorwiegend in Form von Kalkmilch Verwendung gefunden. Zur Vernichtung der Brandsporen ist schon im vorigen Jahrhundert die Kalkmilch im Gebrauch gewesen. Der Ausdruck „kälken“ für die Entbrandungsverfahren, gleichviel welcher Art dieselben sind, ist hierauf zurückzuführen. Es steht fest, daß durch eine Behandlung des brandigen Saatgutes mit Kalk ein Teil der Sporen unschädlich gemacht wird, der Erfolg ist jedoch kein durchgreifender. Das Einbeizen der Getreidesamen in einfacher Kalkmilch entspricht daher den Anforderungen der heutigen Zeit in keiner Weise. Von Kühn (Krankheiten der Kulturgewächse S. 87) wurde festgestellt, daß ein 5stündiges Einquellen in Kalkwasser von nicht genannter Stärke die Keimkraft der Schmierbrandsporen, Tilletia caries Tul., unberührt läßt, wohingegen bei 12stündiger Einwirkung eine Auskeimung der Brandsporen nicht mehr stattfindet.

Montanari (St. sp. **27**. 251—260. Z. f. Pfl. **1895**. 349) erzielte mit einer 10prozent. Kalkmilch mangelhafte Erfolge gegenüber dem Mehltau der Kartoffel, Phytophthora infestans de By. Ganz ähnliche Erfahrungen machte Galloway (J. M. **7**. 12 f.) bei der Bekämpfung der schwarzen Fäule, Laestadia bidwellii (Ell.) V. u. R., auf Weintrauben. Eine aus 1½ kg Kalk und 100 l Wasser hergestellte Kalkmilch lieferte folgende Resultate, nämlich unbehandelt 45% kranke Weinbeeren, mit Kalkmilch besprengt 20% kranke Weinbeeren.

Ebensowenig war ein von Galloway dem Erdboden beigefügtes Gemisch von gleichen Teilen Kalkstaub und Schwefelpulver (höchstens 100 g von jedem auf eine 20 Fuß lange Reihe Getreide) imstande den Getreiderost zu vermindern (J. M. **7**. 195). Constantin und Dufour (R. B. **1893**. 497—514. Z. f. Pfl. **1894**. 251) erkannten in der Kalkmilch ein unzureichendes Mittel gegen die Molekrankheit der Champignons. Nach allem scheint es festzustehen, daß der Kalk allein, sei es in Form von Kalkmilch, sei es als Pulver ausreichende pilzvernichtende Eigenschaften nicht besitzt.

Gegen Flechten und Moose an Baumstämmen wird von Savastano (St. sp. **1889**. 452) folgende Mischung empfohlen:

Vorschrift (39):	Ätzkalk	12½ kg
	Gewöhnliche Asche . .	12½ „
	Wasser	100 l

Herstellung: Den Ätzkalk in einer Tonne zunächst mit einigen Litern Wasser ablöschen und mit weiterem Wasser auf 1 hl Kalkmilch verdünnen. Alsdann die Asche hinzufügen. Den Inhalt der Tonne 6—7 Tage stehen lassen und täglich wenigstens zweimal durcheinander rühren.

Verwendung: Die obenauf stehende mäßig alkalische Flüssigkeit wird vermittels eines Pinsels auf die Baumstämme gestrichen. Wenn die Masse der Flechten eine zu starke ist, werden dieselben ihrer Hauptmasse nach zuvor mit dem Schabeisen entfernt. Die bestrichenen Flechten nehmen anfänglich eine rote, später eine rötlich-gelbe Färbung an.

Als Witterungsschutz.

Schutz der Obstbäume gegen Sonnenbrandschäden im Winter wird nach Herrick (Bull. 170. Vers. Kolorado **1910**. 12) durch einen Anstrich mit der nachfolgenden Masse erzielt:

Vorschrift (40):	Ätzkalk	30 kg,
	Talg	4 „
	Kochsalz	5 „
	Wasser zu leicht flüssiger Masse.	

Schwefelkalkbrühe, $CaS - CaS_5$.

Obwohl die Schwefelkalkbrühe schon seit dem Jahre 1833 bekannt und im Gebrauch ist, hat sie doch erst in der neuesten Zeit allgemeine Verwendung gefunden. Den äußeren Anlaß dazu gab die Suche nach einem brauchbaren Mittel zur Bekämpfung der San Joselaus. An und für sich ist die Herstellung des Mittels überaus einfach, denn sie erfordert lediglich die etwa einstündige Verkochung eines Gemisches von Schwefelblume und Kalkmilch. Je nach der Reinheit der Materialien, nach dem Mischungsverhältnis der letzteren und der Kochdauer entstehen jedoch im einzelnen Verbindungen von recht verschiedenem Werte, weshalb sich die Beobachtung bestimmter Maßregeln notwendig macht.

Die eingehendsten Untersuchungen über die Vorgänge, welche sich bei der Bereitung von Schwefelkalkbrühe abspielen, verdanken wir den Amerikanern Slyke, Bosworth und Hedges (Bull. 329. Vers. Geneva, N. Y. 405). Darnach wird beim Verkochen von Schwefel mit Kalkmilch neben verschiedenen Calciumsulfiden, noch Calciumthiosulfat und unter Umständen auch Calciumsulfit gebildet. Ob die eine oder andere dieser Verbindungen überwiegt, hängt wesentlich ab von dem gegenseitigen Mengenverhältnis des Kalkes zum Schwefel und von der Menge des Wassers gegenüber Kalk und Schwefel. Sofern das Verhältnis Schwefel zu Kalk = 3 : 1 beträgt, gelangt die größte, bei 2 : 1, die geringste Menge Niederschlag zur Abscheidung. Bei 1 : 1 steigt dieselbe wieder. Die höchste Ausbeute an löslichen Sulfiden (CaS_4, CaS_5) wird erzielt bei dem Verhältnis $S : CaO = 2$ bis $2{,}25 : 1$. Überwiegt umgekehrt der Kalk den Schwefel, so entstehen große Mengen des wertlosen Thiosulfates. Bei einem Verhältnis $S : Ca = 1 : 1$ gehen nur 50% des Kalkes in Lösung. Je mehr Wasser im Verhältnis zu den beiden unlöslichen Stoffen verwendet wird, um so geringere Mengen Bodensatz werden gebildet. Beträgt die Kalkmenge 20 kg zu 100 l, so gehen nur 68,8%, bei 0,5 kg : 100 l dahingegen 99,7% Kalk in Lösung.

Auf Grund ihrer Untersuchungen gelangen die Obengenannten zur Aufstellung nachstehender Vorschriften:

Vorschrift (41):	Schwefel	19,3 kg
	Kalk	8,6 „
	Wasser	100 l

Es dürfte sich empfehlen, überall dort, wo das Dezimalsystem eingeführt ist, dieser Vorschrift die nachstehende Form zu geben.

Vorschrift (42):	Schwefel	20 kg
	Kalk	10 „
	Wasser	100 l

Mit Erhöhung des Kalkgehaltes ist zwar der Nachteil verbunden, daß ein etwas größerer Anteil des Kalkes ungelöst bleibt, als es bei der Benutzung der ursprünglichen Vorschrift der Fall sein würde. Dafür besitzt aber die umgestaltete Formel den Vorzug wesentlich größerer Einfachheit. Außerdem trägt sie dem Umstande Rechnung, daß selbst sehr guter Kalk einige Prozente fremder Beimischungen aufweist.

Ein überreichlicher Bodensatz stellt sich bei Benutzung der obigen Vorschrift in der Schwefelkalkbrühe besonders dann ein, wenn der Schwefel oder der Kalk unreine Beschaffenheit besitzen. Kalk mit weniger als 90% CaO und mehr als 5% MgO ist bei der Herstellung auszuschließen.

Herstellungsweise: In einem mindestens 120 l fassenden eisernen Kessel den Kalk zu einem dünnen Brei ablöschen, mit dem Schwefelpulver gut vermischen, die Hälfte des Wassers hinzusetzen, das Gemisch unter beständigem Umrühren zum Kochen bringen und eine Stunde lang im Sieden erhalten, verdampfendes Wasser von Zeit zu Zeit ersetzen, zum Schluß auf 100 l verdünnen, erkalten lassen, durchseien, durch Spindeln die Dichte nach Beaumé bestimmen, in ein verschließbares Gefäß umfüllen, dabei Sorge dafür tragen, daß die Flüssigkeit bis nahe an den oberen Rand heranreicht, luftdicht verschließen, Tag der Herstellung und die ermittelte Dichte auf dem Gefäß vermerken.

Sofern es sich nötig macht, zwischen Herstellung und Ingebrauchnahme einige Zeit verstreichen zu lassen, empfiehlt sich die Abdichtung der Vorratsbrühe gegen die Luft durch Aufguß von etwas Öl. Bei spundvoller Einfüllung hält sich die Brühe etwa 2 Wochen lang. Stellen sich aus irgend einem Grunde hierbei kristallinische Abscheidungen ein, so können dieselben nach Fulmer (Bull. 177. Ontario Departm. Agric.) durch Erhitzen der Flüssigkeit auf 60—70° C. wieder beseitigt werden.

Eine wesentlich andere Zubereitungsweise wählte Morse (Bull. 164. Maine). Nach ihm werden 3,6 kg frisch gebrannter Ätzkalk in einem Hundertlitergefäß mit 6 l kochendem Wasser übergossen. Sobald als der Kalk abzulöschen beginnt, sind ihm 2,4 kg Schwefelblume und weitere 6 l Wasser hinzuzufügen. Die ins Kochen geratene Masse ist beständig umzurühren. Wenn die Ablöschung sich dem Ende nähert, wird das mit einigen Säcken und einem Deckel verschlossene Gefäß eine Stunde lang sich selbst hüberlassen, alsdann der Inhalt verdünnt, abgeseit und mit Wasser auf 100 l Flüssigkeit gebracht. Bei Verwendung von kaltem Wasser zum Ablöschen leidet der Wert des Mittels Einbuße.

Eine nach der Vorschrift von Slyke hergestellte Brühe soll eine Stärke von 32—34° B. haben. Es wäre dringend erwünscht, daß künftig alle Vorratslösungen diese oder auch eine andere allgemein anerkannte Stärke besitzen, weil dann erst die Angaben über den Grad der Verdünnung, welche in den einzelnen Fällen zu wählen ist, einen allgemeinen Wert haben. Solange wie diese Über-

einstimmung aber noch nicht vorliegt, bleibt nichts anderes übrig, als für jeden Einzelfall die Stärke des Vorratsmittels ausdrücklich in Berücksichtigung zu ziehen.

Verwendungsweise: Nach Whetzel (Proc. N. Y. State Fruit Growers' Assoc. 1910. 31) ist eine Schwefelkalkbrühe von 32—34° B. zu verdünnen gegen

Apfelschorf (Fusicladium)	1:30
Pfirsichfäule	1:20
Pfirsichschorf	1:20
Kräuselkrankheit der Pfirsiche	1:40
Rebenkrankheiten	1:40
Phytophthora infestans	1:25
Krankheiten des Kirschbaumes	1:40

Stewart (Bull. 92. Pennsylvania) hat für die Herstellung des nötigen Verdünnungsgrades die Anwendung des Densimeters nach Beaumé empfohlen und auch eine kleine Hilfstabelle aufgestellt zur raschen Ermittlung der Wassermengen, welche einer Vorratslösung von gegebener Dichte hinzugefügt werden müssen, um eine Brühe von dem erforderlichen Verdünnungsgrad zu erhalten.

Dichte 1,01 eignet sich gegen Blattfleckenkrankheit der Kirschen. Beginn der Spritzarbeit beim ersten Sichtbarwerden der Infektion; im ganzen drei Bespritzungen mit einmonatigen Zwischenpausen.

Dichte 1,01—1,015; gegen Fusicladium und Conchylis. Erste Behandlung, wenn die Blüten das Rote zeigen, zweite Bespritzung unmittelbar nach Blütenfall, dritte Bespritzung etwa 3 Wochen nach der zweiten; die zweite und dritte Bespritzung unter Beigabe von Arsensalzen; für die zweite Conchylis-Brut eine Bespritzung etwa am 1. August.

Dichte 1,02; gegen Lepidosaphes ulmi während des Larvenschlüpfens.

Dichte 1,03—1,04; gegen Eriophyes piri, Blattlauseier, Exoascus deformans.

Dichte 1,03 nebst Kalkzusatz gegen Aspidiotus perniciosus als Sommerbehandlung.

Dichte 1,04; gegen Aspidiotus perniciosus bei starker Verseuchung und alten Apfelbäumen.

Nachteile der Schwefelkalkbrühe.

Neben dem Vorzuge vielseitiger Verwendbarkeit, verhältnismäßig einfacher Herstellungsweise und starker Wirkung besitzt die Schwefelkalkbrühe auch mehrere Nachteile, unter denen sich einige befinden, deren Beseitigung gewiß noch gelingen wird. Dauernd werden ihr erhalten bleiben die starke Ätzkraft, welche gelegentlich auch dem Spritzarbeiter nachteilig werden kann, die Notwendigkeit zur Verwendung großer Wassermengen beim Verkochen und das Fehlen jedweder Neigung zum Breitlaufen, wie sie z. B. den ölhaltigen Brühen in so hohem Maße eigentümlich ist. Zwei weitere unerwünschte Eigenschaften, nämlich die Bildung großer Mengen von Niederschlag und die baldige Zersetzung bei der Aufbewahrung lassen sich auf Grund der Untersuchungen von Slyke verhältnismäßig leicht vermeiden.

Nach Hartzell (Bull. 331. Geneva, N. Y. 489) steht der Umfang der Verbrennungen im direkten Verhältnis zu der Menge der angewendeten Brühe.

Im übrigen sind die Beschädigungen am größten bei Bespritzungen der Blattunterseite. Ein Rostigwerden der Äpfel- und Pfirsichfrüchte konnten Parrott und Schoene (Bull. 330. Geneva, N. Y. 451) nach der Anwendung von Schwefelkalkbrühe zwar nicht wahrnehmen, wohl aber litten die 7—9 Tage alten Neutriebe. Johnson (Bull. 5. Virginia Truck Station. 85) beobachtete an Gurken und Melonen nachteilige Wirkungen bei Verwendung einer selbstbereiteten 2:2:100-Brühe. Hiernach steht jedenfalls fest, daß zartere Pflanzenteile durch die Schwefelkalkbrühe beschädigt werden können. Über die Ursachen der Blattverbrennungen suchte Wallace (Bull. 288. Ithaka, N. Y. 105) Klarheit zu schaffen. Danach spielt der Gesundheitszustand der Bäume wie auch die Sorte eine Rolle. So machte er die Wahrnehmung, daß krebskranke Bäume unter der Behandlung mit Schwefelkalkbrühe litten, gesunde aber nicht. Eine Eigentümlichkeit der Brennflecken ist es, daß sie an Größe nicht zunehmen, wie das bei den Beschädigungen durch die Kupferkalkbrühe geschieht.

Verwendung als Insektizid.

Die Schwefelkalkbrühe besitzt ätzende Eigenschaft, sie kommt deshalb namentlich als Hautgift in Frage. In der Hauptsache sind bis jetzt Hemipteren, namentlich Schildläuse, und Milben mit der Brühe bekämpft worden. Unter den Schnabelkerfen eignet sich in erster Linie die San Joseschildlaus zur Bekämpfung mit Schwefelkalkbrühe. Für sie ist die Winterbehandlung mit einer achtfachen Verdünnung der 32—34° B.-Brühe zu empfehlen. In zweiter Linie hat das Mittel gegen Lepidosaphes ulmi (Mytilaspis pomorum), die Komma- oder Miesmuschelschildlaus gute Dienste verrichtet. Gegen Milben (Eriophyes spec.) ist eine 11fache Verdünnung angezeigt. Unter den Verhältnissen Schwedens wirkte das Mittel nach einer Mitteilung von Tullgren und Dahl (Z. V. Ö. **1910**. 1546) in befriedigender Weise gegen Lepidosaphes und Eriophyes piri, während es gegen Blattläuse und Blattflöhe versagte. Die zahlreichen Ergebnisse von Bekämpfungsversuchen, denen nicht Brühen nach der Vorschrift $S:Ca:H_2O = 20:10:100$ zugrunde gelegt wurden, können hier unbeachtet bleiben.

Verwendung als Fungizid.

Bei den Bekämpfungsarbeiten gegen die San Joselaus stellte sich heraus, daß die mit dem Mittel bespritzten Bäume auch in bemerkenswerter Weise von den Angriffen parasitärer Pilze verschont bleiben. So erkannte Wallace und Whetzel (Bull. 276. Ithaka, N. Y. 157) in der Schwefelkalkbrühe ein recht wirksames Mittel zur Bekämpfung von Exoascus deformans an Pfirsichen. Voraussetzung für den Erfolg sind: 1. Die Behandlung hat während der Ruhezeit der Bäume zu erfolgen und muß spätestens beim Beginn des Knospenschwellens beendet sein. 2. Die Bedeckung aller Knospen mit dem Mittel muß eine vollkommen gleichmäßige sein. Bei den Versuchen des Genannten betrug die Menge der gekräuselten Blätter beispielsweise

	a	b	c
unbespritzt . . .	58,9 %	34,3 %	41,3 %
bespritzt	0,9 „	2,3—6,1 „	5,3—8,3 „

Als Mittel gegen den Apfelschorf bewährte sich die Schwefelkalkbrühe bei Versuchen von Morse (Bull. 164. Maine), ohne allerdings der Kupferkalkbrühe in der Wirkung vollkommen gleichzukommen, denn es wurden geerntet bei 3 Spritzungen

unbehandelt	1 %	schorffreie Früchte
Schwefelkalkbrühe (2,4 : 2,4 : 100)	$33^{1}/_{3}$ „	„ „
2prozent. Kupferkalkbrühe . . .	50 „	„ „

Scott und Quaintance (Circ. 120. B. E.) erzielten sehr günstige Ergebnisse gegen den Schorf und gegen Sclerotinia auf Pfirsichbäumen mit einer Brühe 2 : 2 : 100. Es waren frei von

Sclerotinia	unbehandelt 37 %,	behandelt 95,5 %
Schorf	„ 1 „	„ 93,5 „

Barre (Jb. Süd-Carolina. **1910**. 27) verhinderte bei zwei Bespritzungen das Auftreten der Braunfäule (Monilia). Norton (Bull. 143. Maryland) fand, daß der Pfirsichschorf (Cladosporium) gänzlich ferngehalten wird. Den echten Mehltau auf Hopfen bekämpfte Salmon (J. B. A. 17. **1910**. 184) erfolgreich. In der Wirksamkeit gegen Phytophthora infestans kommt die Schwefelkalkbrühe, wie Jones und Giddings (Bull. 142. Vers. Vermont. 109) nachgewiesen haben, der Kupferkalkbrühe nicht gleich.

Durch eine Bestreuung mit gepulvertem Schwefelcalcium wird nach Garrigou die Kleeseide (Cuscuta) vernichtet. Wenige Stunden nach dem Aufstreuen tritt Welkung und nach zwei Tagen vollkommene Schwärzung ein.

Verstärkungen der Schwefelkalkbrühe.

Um die Schwefelkalkbrühe auch wirksam gegen fressende Insekten zu machen, genügt es, ihr 0,5 % Bleiarsenat hinzuzufügen. Scott und Quaintance gelang es, mit einer derartigen Brühe Conotrachelus nenuphar auf Pfirsichbäumen wirksam zu bekämpfen. Gegen andere Rüsselkäfer dürfte sich diese Mischung gleich brauchbar erweisen. Durch den Zusatz von Bleiarsenat wird die Schädigungsmöglichkeit gegenüber der Pflanze nicht erhöht, auch treten dabei keinerlei den Wirkungswert vermindernde Umsetzungen ein. Ebensowenig ist letzteres bei Zugabe von Schweinfurter Grün, weißem Arsenik und Calciumarsenat der Fall. Gleichwohl empfehlen sich letztere als Ergänzungsmittel nicht in demselben Maße wie das Bleiarsenat.

Kalifornische Brühe. Oregonbrühe.

Die durch eine Beigabe von 1—2 kg Kochsalz auf 100 l verstärkte Schwefelkalkbrühe hat die Bezeichnung Kalifornische Brühe erhalten. Sie besteht in ihren löslichen Bestandteilen als Calciumsulfid, Calciumchlorid und Natriumsulfid, wobei das erstere erheblich vorwiegt. Von vielen Seiten wird der Kochsalzzusatz als unnötig bezeichnet. Auch eine Ergänzung durch 150—300 g Kupfervitriol auf 100 l Brühe ist, unter der Benennung Oregonbrühe, im Gebrauche. Beide Mittel sind früher vielfach gegen Schildläuse verwendet worden, haben sich dabei aber nicht sonderlich bewährt. Zu berücksichtigen bleibt hierbei allerdings, daß die damaligen Schwefelkalkbrühen unrationell zusammengesetzt waren.

Chlorcalcium, $CaCl_2$.

Die bisherigen Versuche mit dem Chlorcalcium haben gelehrt, daß dieser Stoff für phytopathologische Zwecke ungeeignet ist. Comstock und Slingerland vermochten (Bull. 33 der Cornell-Universität) keinerlei Erfolge mit demselben gegen Drahtwürmer zu erzielen. Ebenso unbrauchbar erwies sich nach Waite (J. M. 264) eine 1 v. H. Chlorcalciumlösung zur Vertilgung von Flechten auf Bäumen.

Chlorkalk, $CaCl_2O_2 + CaCl_2$.

Als „bestes Mittel gegen Raupen" wird in der Gartenflora (38. Jg. 502) ein Gemisch von 2 kg Chlorkalk und 1 kg Fett bezeichnet. Das zu Rollen geformte leicht mit Werg umwickelte und dann um den Baumstamm befestigte Gemisch soll abhaltend wirken. Dieser Zweck wird zweifellos aber nur kurze Zeit hindurch, d. h. solange als der Chlorkalk Chlorgas und unterchlorige Säure abgibt, erfüllt.

Calciumbisulfit.

Wulff (Arkiv för Botanik Bd. 8) behandelte Botrytis-Sporen mit einer 1,5prozent. Lösung von Calciumbisulfit und fand dabei, daß eine 15 Minuten lange Einwirkung zur Abtötung der Sporen führt. Zur vorbeugenden Behandlung der Rebstöcke gegen Oidium-Befall hat Degrully (Pr. a. v. **1905**) die winterliche Anfeuchtung des Holzes mit einer Mischung aus

Vorschrift (43):	Calciumbisulfit	5—8 kg
	Schmierseife	1 „
	Wasser	100 l

empfohlen. Flüssiges Calciumbisulfit von 11° B. stellt sich im Preise am billigsten und enthält etwa 80 g H_2SO_3 im Liter.

Gips, $CaSO_4 + 7$ aq.

In der Pflanzenpathologie wird der Gips hauptsächlich nur als Träger für Bekämpfungsmittel in Pulverform z. B. für Eisenvitriol, Kupfervitriol und Schweinfurter Grün, gelegentlich auch zur Erhöhung der Klebekraft verwendet.

Calciumbenzoat.

Aus dem von Stone (22. Jahresber. Vers. Massachusetts. **1910**. 55) mit 2,5prozent. Calciumbenzoatbrühe vorgenommenen Versuchen (Monilia auf Pflaumenbäumen) geht hervor, daß selbst bei günstiger Witterung es nicht möglich ist, die Bäume mit diesem Mittel pilzfrei zu erhalten.

Chlormagnesium, $MgCl_2$.

Im Gegensatz zum Chlorkalium eignet sich nach den Versuchen von Heinrich-Rostock (a. a. O.) das Chlormagnesium nicht zur Vertilgung von Hederich (Raphanus raphanistrum) und Ackersenf (Sinapis arvensis). Den Uredosporen von Puccinia coronata ist Chlormagnesium in 1‰-Lösung nicht zuträglich, da

nach Hitchcock und Carleton (Bull. 38. Vers. Kansas) nur wenige Sporen in derselben (bei 27stündiger Versuchsdauer) keimten.

Schwefelsaure Magnesia, $MgSO_4 + 7 H_2O$.

Schwefelsaure Magnesia hat auf Kühns Vorschlag (Z. Z. **1852**. 592) Verwendung gefunden als vorbeugendes Mittel gegen die Fraßbeschädigungen des Moosknopfkäfers, Atomaria linearis Steph., an den jungen Rübenpflanzen. Zu diesem Zwecke sind die Rübenkerne 20 Minuten lang in folgender Flüssigkeit einzubeizen:

Vorschrift (44):	Schwefelsaure Magnesia . . .	5 kg
	Karbolsäure	1 „
	Wasser	100 l

Sobald die Rübenkerne genügend abgetrocknet sind, hat deren Aussaat zu erfolgen. Das Mittel hat bei einem von mir angestellten Versuch (Jb. Pfl. **1891**. 29) fast vollständig versagt. In der Folgezeit haben u. a. auch Marek (der Landwirt 1892. S. 1) und Pagnoul (Ö. Z. Z. **1895**. 6) das nämliche Mittel empfohlen. Ob die letzteren diese Empfehlung auf Grund eigener Versuche ausgesprochen haben, wird aus den einschlägigen Mitteilungen indessen nicht ersichtlich.

Gegenwärtig dürfte das Mittel kaum noch im Gebrauche sein.

Kieselsaure Magnesia.

Der Talk an sich besitzt weder fungizide noch insektizide Eigenschaften. Seine Verwendung in der Pflanzentherapie beschränkt sich auf die Rolle als trockenes Verdünnungsmittel. Namentlich zur Herstellung der als „Sulfosteatite", neuerdings auch als „Fostit" bezeichneten Kupfervitriolstreupulvers findet er Verwendung.

Metalle der eigentlichen Erden.

Kaliumalaun, $Al_2K_2(SO_4)_4 + 24 H_2O$.

Alaun besitzt adstringierende Eigenschaften, welche ihn an und für sich geeignet zur Verwendung als Hautgift machen würden. Die bisher mit Alaunlösungen gegenüber Kohlraupen (Pieris), Kohlblattläusen (Aphis) und Stachelbeerblattwespen (Nematus ventricosus) erzielten Erfahrungen lassen jedoch keinen Zweifel darüber, daß das Mittel sich zur Insektenbekämpfung nicht eignet. Der Grund hierfür liegt darin, daß wäßrige Alaunlösung die Insekten nicht benetzt. Mohr (Insektengifte 41) hat deshalb ein mit Fuselöl (5 kg auf 100 l) versetztes (4prozent.) Alaunwasser benutzt und nach seinen Angaben damit die Larven der Blutlaus (Schizoneura lanigera) vernichtet. Die Eier blieben allerdings unversehrt.

Die Sporen des Haferbrandes (Ustilago carbo) sowie des glatten Steinbrandes (Tilletia levis) wurden bei Versuchen von Kühn (Z. Pr. S. **1872**. 283) durch fünfstündige Behandlung mit Alaunlösung (von ungenannter Stärke) nicht keimungsunfähig gemacht.

Schwere Metalle.

Unedle Metalle.

Das Mangan. Übermangansaures Kali, $KMnO_4$.

Die kleinen schwarzen, grün und violett schimmernden, stabförmigen Kristalle des Kaliumpermanganetes lösen sich leicht in Wasser mit karminroter Farbe und haben dann die Eigenschaft, schon in der Kälte einen Teil ihres Sauerstoffes unter Bildung von braunem Mangan-(sesqui-) oxyd abzugeben. Ob die Abgabe von Sauerstoff oder ob das Mangan als solches die fungiziden Eigenschaften des Salzes bedingt, bildet eine noch offene Frage. Für die Verwendung des Mittels ist namentlich Truchot (Le permanganate de potasse en viticulture) eingetreten. Nach ihm rufen 0,25 v. H. Lösungen zwar Verbrennungen hervor; Zusatz von etwas Kalkmilch beseitigt aber diesen Übelstand. Gegen Oidium hat er eine Lösung von 125 g Permanganat auf 100 l Wasser empfohlen. Jensen (Z. f. Pfl. **1911**. 306) hat das Mittel zur Bodendesinfektion verwendet. Die Herstellung der Lösung darf nicht in hölzernen Gefäßen erfolgen, ebensowenig dürfen die Spritzenbehälter von Holz sein. Ein großer Nachteil des übermangansauren Kalis besteht in seiner außerordentlich kurzen Wirkungsdauer.

Das Eisen.

Im Laufe der Zeit sind zahlreiche Verbindungsformen des Eisens auf ihre Verwendbarkeit für pflanzenpathologische Zwecke geprüft worden. Dabei hat sich die Tatsache ergeben, daß keines der Eisensalze für insektizide Zwecke allgemein geeignet ist und daß brauchbare fungizide Wirkungen nur in einer geringen Anzahl von Fällen zu verzeichnen sind. Die ersten Heilungsversuche mit einem Eisensalz unternahm Eusèbe Gris 1843, dem es gelang, durch Auftropfen von Eisensalz auf chlorotische Blätter Wiederergrünung der letzteren hervorzurufen. Später hat J. Sachs gezeigt, daß chlorotische Pflanzen durch Zugabe von Eisensalz zur Nährlösung geheilt werden können, eine Wahrnehmung, welche in der Folge aber von Alten und Jänicke (Z. f. Pfl. **1892**. 33.) dahin richtig gestellt wurde, daß nur Eisenoxydulsalze diese Wirkung ausüben konnen. Schließlich sind die Eisensalze auch noch zur Chloroseheilung unter unmittelbarer Einführung in die Gefäßstränge des Kambiums von Bäumen nutzbringend herangezogen worden. Die bedeutendsten Leistungen verrichtet das Eisen als Herbizid. Zu einer allgemeinen Verwendung hat es nur das Eisenvitriol gebracht.

Eisenchlorid, Fe_2Cl_6.

Das Eisen-(sesqui-)chlorid ist ein gelber, unkristallinischer, begierig wasseranziehender, in groben Stücken zum Verkauf gelangender, in Wasser sich mit braungelber Farbe lösender Körper. Galloway (J. M. 7. 195) hat beobachtet, daß eine 1‰-Eisenchloridlösung das Auftreten des Getreiderostes verhindert, sofern die Getreidepflanzen alle 10 Tage bespritzt werden. Auf der gleichen Bodenfläche fanden sich vor behandelt: keine rostigen Exemplare, unbehandelt: 12 Rostpflanzen. Wüthrich (Z. f. Pfl. **1892**. 16. 81.) zeigte, daß die Auskeimung der

Uredosporen von Puccinia graminis durch eine 10prozent. Eisenchloridlösung verhindert wird, wohingegen bei Hitchcock und Carleton (Bull. 38. Vers. Kansas) eine 1‰-Lösung die Keimung von Puccinia coronata nur fühlbar hemmte, nicht völlig beseitigte.

Eisenhydroxydul, $Fe(OH)_2$.

Das Eisenhydrat wurde von Fairschild (J. M. 7. 338) auf seine Brauchbarkeit als Spritzmittel gegen die Blattfleckenkrankheit der Birnen, Entomosporium maculatum Lév., untersucht.

Getrockn. Eisenvitriol . .	22,94	g
Kaliumhydrat (KaOH) .	11,47	g
Wasser	3,785	l

Das Eisenvitriol und Kaliumhydrat in je einer Hälfte des Wassers auflösen und dann durcheinander gießen. Das Gemisch, anfänglich schmutzig grün, geht allmählich in eine lebhaft braune Färbung über, indem sich das zunächst entstehende $Fe(OH)_2$ an der Luft in $Fe_2(OH)_6$ umwandelt. Die Umsetzung erfolgt nach der Formel: $FeSO_4 + H_2O + 2\,KaOH = Fe(OH)_2 + Ka_2SO_4 + H_2O$.

Das Mittel vermag dem Auftreten der Krankheit nicht so gut entgegenzuwirken wie die ammoniakalische Kupfervitriollösung, es deckt und haftet an den Blättern ebensogut wie diese, ruft aber auf den letzteren leichte Beschädigungen hervor. Unter diesen Umständen erscheint es sehr fraglich, ob der Eisenhydratbrühe ein bleibender Wert als Fungizid zugesprochen werden darf.

Eisenoxyd und Eisenhydroxyd, $Fe_2(OH)_6$.

Von Schander (M. A. Pfl. Br. Bd. 2. **1910**) wurde sowohl das Eisenoxydpulver (100—200 kg auf den Hektar) wie auch Eisenoxydhydratlösung (600 l 12- und 15prozent. auf den Hektar) als Mittel zur Vernichtung von Sinapis arvensis erprobt, in beiden Fällen nur mit unbefriedigendem Erfolge.

Eisensulfid, Schwefeleisen, FeS.

Einen vollen Mißerfolg gegen Rost auf Hafer und Sommerweizen erzielte Galloway (J. M. 7. 195—226) bei einer am 6., 16. und 20. Juni, sowie am 5. Juli ausgeführten Bespritzung dieser Pflanzen mit einer Eisensulfidbrühe von folgender Zusammensetzung

Getrocknetes Eisenvitriol . .	91,7	g
Schwefelleber	367,0	g
Wasser	15,14	l

Nicht wesentlich günstiger waren die Erfahrungen, welche Fairchild (J. M. 7. 338) mit der Eisensulfidbrühe gegen Entomosporium maculatum Lév. auf Birnblättern machte. Er benutzte nachstehendes Mengenverhältnis:

Getrocknetes Eisenvitriol . . .	22,94	g
Schwefelleber	91,76	g
Wasser	3,79	l

Obwohl freie Schwefelsäure hierin nicht enthalten ist, erlitten die Blätter doch leichte Beschädigungen, die auch bei Herstellung der Brühe mit 6½ l Wasser bestehen blieben. Dem Vordringen des Pilzes vermochte das Mittel keinen Einhalt zu tun. Es haftet zudem nicht so gut und deckt auch nicht so kräftig wie ammoniakalische Kupfervitriolbrühe. Das Laub der Roßkastanie (mit Phyllosticta sphaeropsoidea E. u. E.) wird von Eisensulfidbrühe gleichfalls beschädigt. Nach allem ist von dem Mittel wenig zu erhoffen.

In jüngerer Zeit hat Volck (Better Fruit. 5. **1911**. S. 39. 59) die Beobachtung gemacht, daß unter einer großen Anzahl verschiedenartiger Mittel allein die aus 4,5 kg Eisenvitriol auf 100 l Wasser und der zur vollständigen Umsetzung erforderlichen Menge Schwefelkalkbrühe hergestellten Eisensulfidbrühe geeignet war, bei einer Sommerbehandlung) den Mehltau (Sphaerotheca leucotricha) von den Apfelbäumen fernzuhalten.

Schwefelsaures Eisenoxydul, $FeSO_4 + 7 H_2O$.

Die Hauptleistungen des Eisenvitrioles in der Pflanzenpathologie bestehen in der Behebung bestimmter Fälle von Chlorose, in der Verhütung der Fleckenkrankheit (Sphaceloma ampelinum) des Weinstockes und in der Vernichtung mehrerer weitverbreiteter Ackerunkräuter. Es wird teils innerlich, teils äußerlich, bald in trockenem pulverförmigen, bald in gelöstem Zustande verwendet. Infolge seiner Billigkeit eignet sich das Eisenvitriol zur Massenverwendung. Kalziniertes, seines Kristallwassers beraubtes Eisensulfat wirkt in keiner Weise besser wie das gewöhnliche, ist aber wesentlich teuerer wie dieses. Verfälschungen des Salzes sind nicht zu befürchten, weil solche nicht lohnend genug sein würden.

Innerliche Verwendung:

R. Goethe empfiehlt zur Beseitigung der Gelbsucht (Chlorose) für kleine Bäume je 1 kg und für größere je 2 kg Eisenvitriol den Wurzeln zuzuführen (Ber. G. **1891**. 30, Pomol. Monatsh. **1891**. Heft 11). Zu diesem Zwecke sind in 50—100 cm Entfernung vom Stamme 20—30 cm breite und tiefe Gräben auszuheben, mit Wasser gehörig anzufeuchten und schließlich nach dem Hineinwerfen des Eisenvitriols wieder zu schließen. Bei Bäumen, welche noch im Treiben von Blättern sind, wirkt das Mittel besser, als in solchen Fällen, wo Abschluß des Treibens schon stattgefunden hat. Goethe konnte mitunter schon nach 8 Tagen die günstige Wirkung beobachten. Für bleiche Reben wandte derselbe (Ber. G. **1892**. 48) 2 kg Eisenvitriol pro Stock an und erzielte im ersten Jahre einen guten Erfolg. Im darauffolgenden Frühjahr machten sich bei den behandelten Reben ein Wachstumsstillstand der ganzen Pflanze und Kräuselung der Blätter bemerkbar. Diese Abnormitäten schwanden jedoch wieder im Verlauf des Sommers mit der Abnahme der dem Boden zugeführten Feuchtigkeitsmenge. Etwas anders verfuhr Gouirand (R. V. **1894**. Nr. 25). Derselbe schüttete an jeden Stock 10 l einer 5prozent. Eisensulfatlösung. Die Chlorose soll hierdurch zwar langsamer, dafür aber nachhaltiger beseitigt werden als durch das Bespritzen der Blätter mit Eisenpräparaten. Tomè (I. a. **1892**. 375. 376. Z. f. Pfl. **1894**. 164) gelang es durch wiederholte Bewässerung des Bodens mit

einer 8—10prozent. Eisenvitriollösung die Chlorose von Birnbäumen zu entfernen. Für noch geeigneter hält er das Aufstreuen von gepulvertem Eisenvitriol auf den Düngerhaufen, weil hierdurch nicht nur die Ammoniakgase gebunden, sondern auch alle Würmer getötet werden. Der mit Eisensalz behandelte Mist ist den chlorotischen Bäumen zuzuführen.

Die Frage, ob es rationeller ist, das Eisenvitriol als festes Salz dem Boden oder in Form einer Lösung den Blättern zuzuführen, hat Marguerite Delacharlonny untersucht und dahin beantwortet, daß schwache Grade von Chlorose mit Vitriolpulver, starke Chlorosen mit Eisensulfatlösungen zu bekämpfen sind. Wenn sich der Kalk des Bodens zum Eisen verhält wie 5—20 : 1, dann soll den Wurzeln das feste Salz verabreicht werden, ist das Verhältnis wie 20—100 : 1, dann ist die Besprengung der Blätter vorzuziehen. Das pro Hektar anzuwendende Quantum Eisenvitriol gibt er auf 300—1500 kg an. Im weiteren schreibt Marguerite Delacharlonny vor eine Dosis im Spätherbst über den Weinbergsboden gleichmäßig auszustreuen und einzupflügen bezw. einzuhacken, die zweite Dosis nach Winter direkt an die Wurzeln zu bringen. Für die Blattbesprengung empfiehlt er eine 1—2prozent. Eisenvitriolbrühe. Zu beginnen ist hierbei zunächst mit 1prozent. Lösung, allmählich ist dieselbe auf 2 v. H. zu verstärken. Die Bespritzungen sollen mit 8—14tägigen Zwischenräumen solange fortgesetzt werden, bis das chlorotische Aussehen der Blätter geschwunden ist. Nach Dufour (Z. f. Pfl. **1891**. 136. 137, vielleicht nach Sagnier J. a. pr. **1891**. II. 147. 148) können bereits durch eine 2prozent. Eisenvitriollösung sehr leicht Verbrennungen des Laubes hervorgerufen werden.

Eine als Röte der Reben bezeichnete Krankheit empfiehlt Brunet (J. a. pr. **1895**. Nr. 36. 338—340) durch Begießen der Wurzeln mit 2prozent. Eisenvitriollösung zu beseitigen.

Von Galloway (J. M. 7. 195—21) ist untersucht worden, ob Winterweizenpflanzen durch eine Beidüngung von 100 bezw. 225 g Eisenvitriol auf eine 20 Fuß lange Reihe vor dem Rost geschützt werden können. Der Erfolg dieser Maßnahme war indessen ein sehr geringer.

Mokrschetzky führte chlorotischen Obstbäumen Eisenvitriollösung direkt in das Kambialgewebe des Stammes zu und erzielte dabei Chloroseheilung. Sobald die Stärke der Lösungen 0,25 v. H. erreicht, ruft sie aber Schädigungen hervor.

Äußere Verwendung.

a) Als Insektizid.

Hier und da findet sich eine Angabe, daß Eisenvitriollösungen mit Nutzen gegen Insekten verwendet worden sein sollen. Derartige Angaben sind bis auf weiteres mit Vorsicht aufzunehmen.

b) Als Fungizid.

Das Verhalten einiger Pilze zu Eisenvitriollösungen von verschiedener Stärke ergibt sich aus Untersuchungen von Wüthrich (Z. f. Pfl. **1892**. 16. 81).

Phytophthora infestans. Die Konidien gelangen in 0,0139prozent. Lösung zwar nicht zur Schwärmsporenbildung, wohl aber zu einigen direkten Aus-

keimungen. Bei 0,139 % unterblieb jedwede Lebensäußerung. Auf Zoosporen wirkt die 0,139 prozent. Lösung tödlich.

Plasmopara viticola. In 0,139 prozent. Lösung ist nach 15 Stunden noch keine Schwärmsporenbildung zu bemerken.

Puccinia graminis. 0,139 prozent. Lösung vermindert die Keimung der Uredosporen und unterdrückt sie vollkommen bei den Aecidiumsporen. Bei den Uredosporen tritt vollkommene Keimverhinderung ein in 1,39 prozent. Lösung.

Ustilago carbo. In 0,139 prozent. Lösung macht sich nachteiliger Einfluß auf die Keimung bemerkbar, 1,39 prozent. Lösung unterdrückt letztere vollkommen.

Wiederholt ist der Versuch unternommen worden, das Kupfervitriol durch das billigere Eisenvitriol als Mittel gegen den Kartoffelpilz zu ersetzen. Bisher waren alle hierauf hinzielenden Bemühungen jedoch ohne Erfolg. Petermann (Bull. Nr. 48 der Versuchsstation zu Gembloux. 1891) erhielt mit einer 1 prozent. Eisensulfatlösung, welche am 18. Juni und 15. Juli vor Eintritt der Krankheit auf die Stauden gebracht worden war, 8,3 % kranke Knollen gegen 11,3 % auf den unbehandelten Versuchsparzellen; gleichzeitig wurde der Ernteertrag nicht unerheblich durch die Bespritzungen herabgedrückt, nämlich von 46,37 kg auf 32,93 kg.

Gegen die Sporen des glatten Weizen-Steinbrandes, Tilletia laevis Kühn, war nach Kühn (Z. Pr. S. **1872**. 283) eine Eisenvitriollösung von nicht genannter Stärke völlig unwirksam.

Zur Vernichtung des Mutterkornes rät McAlpine (Bericht über Versuche betreffs Rost im Weizen. 1892—93; Z. f. Pfl. **1896**. 48) eine Kopfdüngung des infizierten Feldes mit Eisenvitriol an. Ob ein derartiges Vorgehen Aussicht auf Erfolg hat, ist doch sehr zweifelhaft, denn Wüthrich hat nachgewiesen, daß in einer 1,4 prozent. Eisenvitriollösung die Claviceps-Sporen noch zahlreiche Keimschläuche von annähernd normaler Länge treiben, erst durch eine 13,9 prozent. Lösung wurde jede Keimung verhindert. Die eine wie die andere Konzentration läßt sich aber aus mancherlei Gründen praktischer Natur im Ackerboden nicht herstellen.

Das Eisenvitriol ist ein bewährtes Mittel gegen die von dem Pilze Sphaceloma ampelinum hervorgerufene, schwarzer Brenner oder auch Anthrakose benannte Krankheit der Weinstöcke. Die sonst so ausgezeichnete fungizide Eigenschaften besitzenden Kupfersalze sind auffallenderweise dem schwarzen Brenner gegenüber wirkungslos. Skawinsky empfahl (J. a. pr. **46**. I. 815) mit einer Auflösung von 500 g Eisenvitriol in 1 l Wasser die Reben nach dem Schnitt und ebenso 14 Tage vor dem Austreiben zu waschen; die erzielten Erfolge bezeichnet er als vorzüglich. Von dieser Behandlung sind nach Sol (J. a. pr. **1883**. I. 84. 85) die Augen der Reben auszuschließen. Ähnlich starke Vitriollösungen sind auch von anderer Seite erfolgreich verwendet worden. Tomè (I. a. **1892**. 375. 376) wählte z. B. eine 35 prozent. Lösung und benetzte damit die Weinstöcke nach beendeter Beschneidung. Von Bolle (Atti e memorie dell' Istituto di Gorizia. 1892) wird eine Brühe von folgender Zusammensetzung als sehr brauchbar bezeichnet.

Vorschrift (45):	Eisenvitriol	50 kg
	Schwefelsäure	5 „
	Wasser	100 l

Herstellung: Das Eisenvitriol in siedendem Wasser lösen, alsdann die Schwefelsäure hinzusetzen und die entstehende Flüssigkeit gut durcheinander rühren.

Verwendung: Die Brühe ist zu benutzen bevor sie kalt wird und mit Hilfe eines Pinsels auf die Weinstöcke 15—20 Tage vor dem Ausschlagen der Knospen aufzutragen. Der Hauptstamm muß vorher entrindet werden. Obiges Quantum reicht für 1 ha Weinberg.

Von anderer Seite werden derartige Lösungen für zu stark bezeichnet. Ghirardi (I. a. **1891**. 326. 327. Z. f. Pfl. **1891**. 302) fand, daß eine 2prozent. Eisensulfatlösung alle Triebe verbrennt und erklärt eine 0,5prozent. Lösung für ausreichend. Die Beobachtungen Ghirardis stehen indessen nur scheinbar in Widerspruch mit den oben angeführten, da diese sich auf trockenes noch nicht ergrüntes Holz, die seinigen aber auf bereits hervorgetretene Triebe beziehen.

Galloway hält für die Ruhezeit auch schon schwächere Eisenvitriollösungen — 6 kg nebst 250 ccm Schwefelsäure auf 100 l Wasser — für ausreichend.

Beigabe von Eisenvitriol in den mit Schorfkartoffeln bestellten Boden blieb bei Versuchen von Holmes (Journ. Agr. Sc. **1910**. 322.) wirkungslos.

Unkrautvertilgung durch Eisenvitriol.

Den weitaus größten Wirkungsbereich hat sich das Eisenvitriol als Mittel zur Unkrautvertilgung, in erster Linie von Hederich (Raphanus raphanistrum) und Ackersenf (Sinapis arvensis), erobert. Gewisse Unkräuter gehen zugrunde, wenn ihre chlorophyllführenden Organe, namentlich die Blätter, in Berührung mit Eisenvitriollösung gelangen. Andererseits widersteht eine Anzahl von Kulturpflanzen, obenan die Halmgewächse, der Einwirkung von Eisensulfatlösung, sei es, weil ihr wachsiger Epidermisüberzug, sei es, weil die Art ihrer Behaarung die Benetzung mit Flüssigkeiten verhindert. Dieses verschiedenartige Verhalten hat zur Unkrautbekämpfung auf chemischem Wege geführt. Als Entdecker des Verfahrens gilt ziemlich allgemein der Franzose Bonnet, von welchem Hitier (J. a. pr. **1897**. Nr. 20) mitteilt, daß er im Jahre 1896 eine 6prozent. Kupfervitriollösung zur Vertilgung von Unkräutern im Hafer verwendet hat. Ein anderer französischer Landwirt Martin (J. a. pr. **1897**. Nr. 24) trat daraufhin mit der Nachricht an die Öffentlichkeit, daß es ihm gelungen sei, mit einer 10prozent. Eisenvitriollösung die nämlichen Erfolge zu erzielen. In Wahrheit reicht aber die Benutzung des Eisenvitrioles zur Unkrautvertilgung noch weiter zurück, denn bereits in den Jahren 1887 und 1888 ist von Marguerite Delacharlonny (J. a. pr. **1888**. Nr. 44. S. 637) das Moos von den Wiesen mit Eisenvitriol und zwar durch Ausstreuen von 300—600 kg Salz auf 1 ha — je nach der Dicke der Moosdecke — beseitigt worden. Genannter beobachtete, daß nach einer derartigen Behandlung das Moos sich schwärzt und vergeht, der Graswuchs aber üppige Formen annimmt. Gleichzeitig wies er auch auf die

Möglichkeit hin, das Mittel in flüssiger Form zu verwenden und schrieb für diesen Fall vor die Benutzung einer 5prozent. Eisenvitriollösung in Mengen von 10 l auf 15 bezw. 10 qm Wiesenfläche.

Über die Art des Vorganges, welcher zur Vernichtung der von Metallsalzlösungen betroffenen Unkrautpflanzen führt, herrscht noch Unklarheit. Tatsache ist, daß unter der Einwirkung des Eisenvitrioles der Inhalt der Blattzellen schwarze Färbung annimmt, woraus gefolgert worden ist, daß Eisensalz in die Blattgewebe eintritt. Der exakte, durch Untersuchung geschwärzter, von anhaftendem Eisenvitriol restlos befreiter Blätter geführte Nachweis fehlt meines Wissens noch. Denkbar wäre, daß das Eisen nur als Deckmittel wirkt, ähnlich wie es bei der Chloroseheilung Lichtstrahlen abhält und dadurch die notwendige beständige Zerstörung von Zellinhaltsabscheidungen verhindert. Denkbar wäre aber auch, daß sich osmotische Vorgänge zwischen Zellinhalt und Eisenvitrioltröpfchen abspielen. Für beide Deutungen spricht der Umstand, daß die Stärke der Wirkung mit der Stärke der Lösung steigt. Der Erklärung, wonach das Senföl (des Hederichs und des Ackersenfs) eine Verbindung mit dem Eisen eingeht und hierdurch den Tod der Pflanze herbeiführt, steht die Tatsache entgegen, daß auch Unkräuter ohne Senföl der Eisenvitriolbehandlung unterliegen und daß auch eisenfreie Lösungen die nämliche Wirkung ausüben. Bei grellem Sonnenscheine ist die Wirkung eine viel schnellere wie bei trübem Wetter, ein Vorgang, welcher für die Vermutung Raum läßt, daß die Metallsalzlösung vielleicht nur bestimmte dem Zellprotoplasma schädliche Lichtstrahlen durch sich hindurchläßt, die als Gegenmittel gegen diese schädliche Wirkung dienenden aber absorbiert. Schwärzung des Blattgewebes infolge von Eisenvitriolaufnahme in das Blattinnere habe ich bei Weinblättern erhalten. In diesem Falle dürfte die Schwärzung durch die Einwirkung der Eisenvitriollösung auf das Tannin des Zellsaftes entstanden sein.

Für die Vertilgung durch Eisenvitriol eignen sich in erster Linie solche Unkräuter, deren Blätter breite Flächen, nur schwache Behaarung sowie horizontale Lage besitzen und wenig oder gar nicht kutinisiert sind. So kommt der Gänsefuß (Chenopodium album) ganz und gar nicht in Frage, weil seine Blattfläche viel zu fettig ist, um den Flüssigkeitströpfchen Halt zu gewähren. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Felddistel (Cirsium arvense), bei der Saudistel (Sonchus oleraceus) und dem Acker-Schachtelhalm (Equisetum arvense). Die wildwachsende Daucus carota ist ebenso wie die Feldkamille (Matricaria camomilla) und die Schafgarbe (Achillea millefolia) ebenfalls kein geeignetes Objekt, teils weil ihnen die breite Blattfläche fehlt, teils weil ihre Blätter aufrechte Stellung einnehmen. Bewährt hat sich die Eisenvitriollösung vor allem gegen Hederich, Ackersenf und Löwenzahn (Taraxacum).

Unter den Verhältnissen Schwedens wurden von Haglund und Feilitzen (Svenska Mosskultur Föreningens Tidskrift. **1904**. 413) auf Moorboden mit einer 15prozent. Eisenvitriollösung nachstehende Unkräuter erfolgreich vernichtet: Leontodon autumnale, Centaurea cyanus, Bidens tripartita, Galeopsis, Thlaspi arvense, Cerastium vulgatum, Stellaria media, Glechoma hederacea, Veronica

agrestis, V. arvensis, Ranunculus repens, Galium aparine, Rumex acetosella, Myosotis palustris, Sinapis arvensis, Marchantia polymorpha.

Ebenso wie die Unkräuter zeigen auch die Kulturpflanzen ein abweichendes Verhalten gegenüber der Eisenvitriollösung, welche sich ebenfalls auf die Stellung und die Oberflächenbeschaffenheit der Blätter gründet. Gar nicht oder nur vorübergehend werden geschädigt Hafer, Weizen, Gerste, Roggen, Raps, Mohn, Möhre und blaue Lupine unter Deckfrucht. Entschieden zu vermeiden sind Unkrautbespritzungen bei Kartoffeln, Zuckerrüben, Wasserrüben, Turnips, Buchweizen, Bohne, weißer und gelber Lupinen und Luzerne.

Die vielerörterte Frage, welcher von beiden Klassen der Klee zuzuteilen ist, läßt sich nicht vorbehaltlos beantworten. In einer Reihe von Fällen hat die Bespritzung dem Klee nicht geschadet. Andererseits liegen aber auch Berichte über Beschädigungen vor. Bleibt das Herz der Kleepflanze ungeschwärzt, so tritt eine dauernde Schädigung der letzteren nicht ein. Zu den in ihrem Verhalten zum Eisenvitriol ebenfalls schwankenden Kulturgewächsen gehört auch die Serradella (Ornithopus sativus), die Erbse (Pisum) und der Lein (Linum).

Um vollkommen wirksam zu sein, bedarf das Eisenvitriol-Verfahren bei seiner Durchführung der Beachtung mehrerer Vorsichtsmaßregeln. Zunächst ist es ratsam, wenn immer nur möglich, nicht die im Handel angepriesenen sogenannten Hederich pulver, Gemische von gewöhnlichem oder entwässertem Eisenvitriol mit Straßenstaub, Ziegelmehl, Gips und anderen für die eigentliche Wirksamkeit des Mittels belanglosen Stoffen, sondern Eisenvitriol lösung zu verwenden. Es möge in dieser Beziehung nur das Urteil von Hiltner (Pr. Bl. Pfl. **1911**. 17) hier angeführt werden, welches dahingeht, „daß mit keinem der zur Zeit (1911) gehandelten pulverförmigen Hederichbekämpfungsmitteln auch nur annähernd die Wirkung einer richtig durchgeführten Eisenvitriolbespritzung erreichbar ist". Der Genannte erzielte auf 1 qm

	Hederichpflanzen	Hederich	Hafer
Unbehandelt	321	396 g	95 g
22prozent. Eisenvitriol, 600 l auf 1 ha	10	16 „	607 „
Vitomul-Streupulver 200 kg auf 1 ha .	175	204 „	175 „
Kalkstickstoff, 200 kg auf 1 ha	128	161 „	231 „
Unkrauttod, 200 „ „ 1 „	137	170 „	241 „
Hederichfresser, 200 kg auf 1 ha . . .	207	210 „	165 „

In zweiter Linie ist zu beachten, daß der Hederich, der Ackersenf usw. mit dem Alter an Empfindlichkeit gegenüber der Eisenvitriollösung verlieren. In der Regel soll die Bespritzung erfolgt sein, wenn das Unkraut sein 3. und 4. Blatt entwickelt hat. Ferner bleibt zu berücksichtigen, daß die Lösung in bestimmter Stärke und Menge für eine Flächeneinheit verspritzt werden muß. Für ganz junge Pflanzen pflegt die 15prozent. Lösung (15 kg gewöhnliches Eisenvitriol auf 100 l Wasser) auszureichen. Sicherer wirkt für alle Fälle die 20prozent. Lösung. Als erfolgsichernde Menge ist 600 l auf 1 ha zu bezeichnen.

Weiterhin ist die Witterung, bei welcher gespritzt wird, von wesentlichem Einfluß auf das Ergebnis. Am besten eignen sich windruhige, sonnenklare Tage.

Jedenfalls muß bei scharfem Winde die Bespritzung unterbleiben, weil ein solcher die auf das Blatt gelangte Flüssigkeit sehr schnell zum Eintrocknen bringt und dann den zurückbleibenden Pulverrest fortfegt. Tritt bald nach vollendeter Spritzarbeit Regen ein, so muß mit einem Mißerfolg gerechnet und die Bespritzung unter geeigneten Verhältnissen erneuert werden. Eine Wiederholung der Arbeit ist dahingegen nicht erforderlich, sobald als mindestens 2 Stunden verflossen sind, bevor sich Regen einstellt.

Beachtenswerte Tagesleistungen lassen sich nur mit Hilfe fahrbarer Hederichspritzen erzielen und zwar pro Spritze bis zu 7,5 ha. Die Unkosten sind für 1 ha wie folgt zu berechnen. Bei einer Tagesleistung von 7,5 ha:

Eisenvitriol für 7,5 ha bei 600 l und 20prozent. Lösung auf 1 ha = 900 kg, die 100 kg zu 10,0 M = ...	90,00 M
Anfuhrkosten, anteilig für das Eisenvitriol und für die fertige Lösung, 2 Pferde, 1 Fahrer = ...	24,00 „
Für die Spritzarbeit 2 Pferde, 1 erwachsener Arbeiter, 1 Junge = .	26,00 „
5% Verzinsung, 2% Erneuerung und 10% Abschreibung von der Spritze (500 M) bei jährlich 75 ha Leistung = ...	8,50 „
	148,50 M
Die Bespritzung von 1 ha erfordert somit rund	20,00 M

Wenn in der Literatur hier und da die Unkosten mit 6 M für 1 ha angegeben werden, so lassen sich derartig niedrige Angaben nur dadurch erklären, daß dieselben lediglich die Kosten für das Eisenvitriol berücksichtigen.

In welcher Weise die Aufwendung für die Eisenvitriolbespritzung durch Mehrleistungen des Getreides ausgeglichen werden, geht aus einem Versuch der pflanzenpathologischen Abteilung des Kaiser-Wilhelm-Institutes in Bromberg hervor.

Daselbst wurden erzielt von 1 ha Gerste

Unbehandelt	16600 kg Körner
Einmal bespritzt mit 600 l 20prozent. .	24400 „ „
zweimal „ „ 600 l 20 „ .	25100 „ „

Die Herstellung der Lösung erfolgt am zweckmäßigsten durch Einhängen des Eisenvitriols an die Oberfläche des Wassers. Am Abend in das Gefäß eingehängtes Eisenvitriol pflegt frühmorgens vollständig gelöst zu sein. Vorherige Säuberung der zum Transport der Lösung nach dem Felde benutzten Jauchefässer von gröberen Bestandteilen ist zur Vermeidung von Spritzenverstopfung unbedingt erforderlich.

Für pflanzenpathologische Zwecke reicht das Ferrum sulfuricum oxydulatum crudum, dessen Preis (E. Merck, Preisliste 1913) für 1 kg 0,25 M, für 100 kg 10 M beträgt, vollkommen aus.

Eisenvitriol-Kalkbrühe.

Sempolowsky (Z. f. Pfl. **1894**. 323—325. **1895**. 203. 204) hat untersucht, ob ein Gemisch von Eisenvitriol und Kalk ähnlich wie Kupferkalkbrühe der

Kartoffelkrankheit entgegenzuwirken imstande ist, erreichte aber nichts hierbei, gleichviel ob er eine 2prozent., 6prozent. oder 8prozent. Eisenkalkbrühe verwendete. Gleiche Erfahrungen machte Giltay (Nederlandsch Landbouw Weekblad. 1892. Nr. 22. ref. B. C. 1892. 851). Durch Bespritzungen mit einer Brühe aus 1 kg Eisenvitriol, 1/2 kg Kalk, 100 l Wasser erzielte er vergleichsweise 8500 kg Knollen gegenüber 8900 kg von unbespritzten Kartoffeln. Die Eisenvitriolkalkbrühe übte somit nicht nur keinerlei vorteilhafte Wirkung aus, sondern hat offenbar auch noch zu einer Schwächung der Kartoffelpflanze beigetragen.

Gegen den schwarzen Brenner, Sphaceloma ampelinum, erzielte Pellegrini mit 1 kg Eisenvitriol, 1 kg gebrannten Kalk und 1 kg Kupfervitriol auf 100 l Wasser recht gute Resultate bei 5maliger Bespritzung in der Zeit vom 4. Mai bis 11. August.

Berliner Blau.

Mit einer Brühe von Berliner Blau hat Galloway (J. M. 7. 195) versucht, den Rost im Getreide zu bekämpfen, indessen ohne Erfolg. Etwas günstigere Ergebnisse erzielte Fairchild (J. M. 7. 338) mit einer Mischung von 23 g entwässertem Eisenvitriol, 46 g Kaliumeisencyanür und 3,8 l Wasser gegen die Blattfleckenkrankheit (Entomosporium maculatum Lév.) der Birnbäume. Die Brühe haftete bemerkenswert gut, deckte ebenso kräftig wie ammoniakalische Kupfervitriollösung, beschädigte die Birnen-, wie die Roßkastanienblätter etwas und erwies sich nicht ganz so wirksam gegen den Pilz wie die Kupferbrühe.

Borsaures Eisenoxydul, FeB_4O_7.

Fairchild (J. M. 7. 338) bezeichnet das Mittel als unbrauchbar für fungizide Zwecke. Galloway (J. M. 7. 195) erzielte mit ihm keine Vorteile gegen den Getreiderost.

Doppelchromsaures Kali, $K_2Cr_2O_7$.

Von Galloway (J. M. 7. 195—226) ist das doppelchromsaure Kali zur Einführung in den Boden und als Samenbeize gegen den Getreiderost verwendet worden. In dem ersten Falle wurde eine 100 Quadratfuß große Versuchsfläche mit einer Auflösung von 350 g Kaliumbichromat in 100 l Wasser übergossen. Hierdurch erlitt jedoch die Produktionsfähigkeit des Bodens eine vollständige Unterbrechung. Die Samenbeize bestand in einem 24stündigen Eintauchen der Getreidesamen in 5prozent. Kaliumbichromatlösung. Sie bewirkte, daß die aus derart behandeltem Saatkorn gewachsenen Pflanzen frei von Puccinia blieben, während ungebeizte Saat auf der nämlichen Fläche 3 Rostpflanzen lieferte. Die Ernte fiel jedoch trotzdem zu Ungunsten der Beize aus, denn es wurden vergleichsweise geerntet:

gebeizter Samen . . 9,4 Einheiten Stroh + Körner, davon 2,1 Einheiten Körner.
dahingegen
unbehandelter Weizen 10,5 „ „ + „ „ 2,5 „ „

Hitchcock und Carleton (Bull. 38 der Versuchsstation Kansas) haben festgestellt, daß durch ein 21—24stündiges Verweilen der Uredosporen von Puccinia coronata in einer 1‰-Lösung von doppelchromsaurem Kali die Keimfähigkeit der Sporen stark herabgedrückt und bei einem mehr als 24stündigen Aufenthalte in derselben gänzlich vernichtet wird. In einer Lösung von 1:10000 keimten sie bei kürzerer Einwirkungsdauer (17—19 Stunden) ziemlich reichlich, bei längerer (24—26 Stunden) dahingegen mangelhaft.

Chromalaun, $Cr_2K_2(SO_4)_4 + 24H_2O$.

Durch eine 1‰-Chromalaunlösung wird die Auskeimung der Uredosporen von Puccinia coronata nicht verhindert (Hitchcock und Carleton Bull. 38 der Versuchsstation f. Kansas).

Schwefelsaures Nickeloxydul, $NiSO_4 + 7H_2O$.

Eine 1‰ Lösung vermag die Keimung der Uredosporen von Puccinia coronata in keiner Weise aufzuhalten (Hitchcock und Carleton Bull. 38 der Versuchsstation f. Kansas).

Versuche von Gvozdenowitsch (Z. V. Ö. **1901**. 756) haben gezeigt, daß das Nickelsulfat an und für sich ein geeignetes Ersatzmittel für das Kupfervitriol bei der Plasmopara-Bekämpfung sein würde, daß aber der hohe Preis dem entgegensteht.

Chlorzink, $ZnCl_2$.

Die Auskeimung der Uredosporen von Puccinia coronata erleidet in einer 1‰-Lösung von Chlorzink eine merkliche Hemmung (Hitchcock und Carleton Bull. 38 der Versuchsstation f. Kansas). Die Uredo- und Aecidiensporen von Puccinia graminis verhalten sich in Chlorzinklösungen analog wie in Auflösungen von Zinkvitriol (s. d.); ebenso die Konidien von Plasmopara viticola und Claviceps purpurea, die Sporen von Ustilago carbo, sowie die Zoosporen von Phytophthora infestans. Die Konidien dieses letztgenannten Pilzes kommen in einer 0,068prozent. Zinkchloridlösung weder zur Schwärmsporenbildung noch zu einer direkten Auskeimung (Wüthrich, Z. f. Pfl. **1892**. 16—31. 81—94).

Zinksulfid, ZnS.

Eine Mischung aus 33,4 g Zinkvitriol, 66,7 g Schwefelleber und 3,8 l Wasser ist nach Fairchild (a. a. O.) fast ohne allen Wert gegen Entomosporium maculatum. Dahingegen hält sie den Pilz Phyllosticta sphaeropsoidea E. u. E. auf Roßkastanie zurück, wenn auch nicht so gut wie eine seifige Kupfervitriol-Ammoniakbrühe.

Schwefelsaures Zinkoxyd, $ZnSO_4 + 7H_2O$.

Wie Wüthrich (Z. f. Pfl. **1892**. 16. 81) festgestellt hat, eignet sich Lösung von Zinkvitriol als Mittel zur Verhütung des Auskeimens der Sporen gewisser Pilze.

Phytophthora infestans. An Konidien in 0,143 prozent. Lösung macht sich eine Hemmung in dem Keimungsvorgange wahrnehmbar, bei 0,143 prozent. ist dieselbe eine vollkommene. In 0,143 prozent. Lösung erlischt die Bewegung der Zoosporen nach 1 Minute, Keimung findet nicht statt.

Plasmopara viticola. Eine merkliche Hemmung in der Keimung der Konidien ist bereits bei einer 0,00143 prozent. Lösung vorhanden, 0,0143 prozent. verhindert sie vollständig.

Puccinia graminis. Bei den Uredo- und den Aecidium-Sporen wird die Keimung in der 0,143 prozent. Lösung vollständig gehemmt.

Ustilago carbo. 0,143 prozent. Lösung läßt nur wenige Konidien zur Auskeimung gelangen, während bei 1,43 prozent. die Keimung völlig unterbleibt.

Claviceps purpurea. Die Konidien treiben in 0,143 prozent. Lösung zwar zahlreiche Keimschläuche, diese sind aber durchschnittlich kürzer als die in reinem Wasser gebildeten. Bei 1,43 prozent. tritt vollständige Verhinderung der Keimung ein.

Wiederholt ist der Versuch gemacht worden, das teure Kupfervitriol durch das billigere Zinkvitriol zu ersetzen. Sowohl Zinkvitriol-Sodabrühe wie die Mischung von phenolsulfosaurem Zink mit Kalkmilch eignet sich nach Untersuchungen von Gvozdenowitsch (Z. V. Ö. **1901**. 756) jedoch nicht als Ersatzmittel.

Kieselsaures Zinkoxyd.

Mit einer Zinksilikatbrühe hat Fairchild (J. M. 7. 350) einige Versuche angestellt. Er benutzte die Mischung: 33,4 g Zinkvitriol, 58,4 g Wasserglas, 3,8 l Wasser.

Die hieraus entstehende, opalisierende, langsam einen Niederschlag absetzende Brühe entsprach indessen nach keiner Richtung hin, speziell auch nicht gegen Entomosporium maculatum Lév., den gestellten Anforderungen.

Zink-Blutlaugensalzbrühe.

Eine 900 g Zinkvitriol und 1800 g Kaliumeisencyanür (gelbes Blutlaugensalz) auf 100 l Wasser enthaltende Brühe setzt einen gelblich-weißen Niederschlag langsam ab. Befindet sich Zink im Überschuß, so erfolgt das Absetzen rascher. Sie haftet nach Fairchild (J. M. 7. 350) zwar ganz gut an den Blättern, beschädigt sie aber und hält Entomosporium maculatum Lév. nicht in genügendem Umfange von denselben ab.

Borsaures Zinkoxyd, ZnB_4O_7.

Galloway (J. M. 7. 222—224) besprengte Hafer und Sommerweizen zur Beseitigung bezw. Abhaltung des Rostes mit einer Zinkboratlösung von der Zusammensetzung: Zinkvitriol 133,4 g, Borax 133,4 g, Wasser 15,14 l. Zinkvitriol, sowie Borax in wenig Wasser lösen, mischen und zu 15,14 l auffüllen. Die Umsetzung erfolgt nach der Formel:

$$ZnSO_4 + 7\,H_2O + Na_2B_4O_7 + 10\,H_2O = Na_2SO_4 + ZnB_4O_7 + 17\,H_2O.$$

Strenge Innehaltung gleicher Gewichtsmengen Zinkvitriol und Borax ist erforderlich, weil sich andernfalls ein rasch zu Boden gehender Niederschlag bildet. Richtig hergestellt muß eine gallertartige Masse von milchig-weißer Farbe entstehen.

Beim Bespritzen der Pflanzen vom ersten Bemerkbarwerden des Rostes ab am 6., 16., 20. Juni und 5. Juli war der Erfolg ein ausnehmend guter, denn Hafer wie Sommerweizen blieben rostfrei und lieferten einen höheren Ernteertrag als die unbesprengten Pflanzen, nämlich:

unbehandelt	1515 g Stroh und Körner,	wovon	240 g Körner
bespritzt	1790 g „ „ „	„	284 g „

Weniger wirkungsvoll fand Fairchild (J. M. 7. 350) diese Zinkboratbrühe gegen Entomosporium maculatum Lév. auf Birnblättern. Sie haftet zwar ebensogut wie ammoniakalische Kupferlösung auf den letzteren, überzieht dieselben aber nicht so vollständig wie diese und beschädigt außerdem etwas das Laub. Da auch der Pilz von der Zinkboratbrühe nicht wirksam genug zurückgehalten wird, bezeichnet Fairchild das Mittel als unbrauchbar für den vorliegenden besonderen Zweck. Ähnliche Erfahrungen machte er mit Phyllosticta sphaeropsoidea auf Roßkastanie.

Kadmiumvitriol, $CdSO_4 + 4H_2O$.

Eine 0,5- und 1prozent. Kadmiumvitriol-Kalkmilchbrühe bewährte sich bei Plasmopara-Bekämpfungsversuchen, welche Goodzdenowitsch (Z. V. Ö. **1901**. 756) mit Weinstöcken ausführte, zwar vorzüglich gegen den Pilz, gleichzeitig rief sie aber vorzeitige Blattvergelbung und Laubfall hervor.

Bleitetroxyd, Pb_3O_4.

Als Ersatzmittel für das Schweinfurter Grün hat sich die Mennige bei Versuchen von Morse (Bull. 141. Maine) nicht bewährt.

Bleichromat, $PbCrO_4$.

In Indien stößt die Benutzung der Arsensalze zu Pflanzenschutzzwecken wie in Frankreich auf Widerspruch, weshalb Lefroy (Agr. Journ. India. 5. 138) Versuche mit dem Bleichromat als Ersatzmittel anstellte. Bei der Herstellung desselben verfährt er dergestalt, daß er in den Flüssigkeitsbehälter der Spritze 15 l Wasser bringt, darin 66,2 g Bleinitrat auflöst und dann 29,4 g Kaliumbichromat gelöst in 15 l Wasser hinzuschüttet. Hierbei entstehen 64,6 g Bleichromat. Diese Mischung wirkt einmal infolge ihrer Farbe als Vergällungsmittel (Deterrens) und sodann auf Grund ihres Bleigehaltes als Magengift. Auf 100 l umgerechnet würde sich folgende Vorschrift ergeben:

Vorschrift (45):	Bleinitrat	441 g	(450 g)
	Kaliumbichromat . .	196 „	(200 „)
	Wasser	100 l	(100 l)

Das chromsaure Blei ist zwar Gegenstand des Handels, erfahrungsgemäß besitzt aber das selbst frisch bereitete Präparat wesentliche Vorzüge gegenüber

dem käuflichen Erzeugnis, namentlich dadurch, daß es sehr viel langsamer zu Boden sinkt. Es empfiehlt sich deshalb, unter allen Umständen die Selbstbereitung des chromsauren Bleies und zwar unmittelbar vor der Ingebrauchnahme des Mittels.

Essigsaures Blei, $Pb(C_2H_3O_2)_2 + 3H_2O$.

Hitchcock und Carleton (Bull. 38. Versuchsstation Kansas) haben festgestellt, daß die Uredosporen von Puccinia coronata durch eine 1‰-Lösung von Bleiacetat ganz merklich in der Keimung zurückgehalten werden.

In neuerer Zeit findet das essigsaure Blei (Bleizucker) namentlich Verwendung zur Darstellung der Bleiarsenatbrühe (siehe weiter unten). Der Preis des Plumbum aceticum puriss. cryst. Ph. G. V. beträgt (E. Merck, Preisliste 1913) 1 M für 1 kg.

Kupfer.

Die Kupferverbindungen sind ausgezeichnete Fungizide, ihre Leistungen als Insektizide sind geringwertiger Natur. Der Ruhm, die fungiziden Eigenschaften des Kupfers entdeckt zu haben, gebührt Prévost, welcher bei dem Versuche Brandsporen in abgekochtem Wasser zum Auskeimen zu veranlassen, die Bemerkung machte, daß diese Auskeimung nicht eintrat, sobald das fragliche Wasser in kupfernen Gefäßen zum Sieden gebracht worden war. Nach Prévost hat besonders Kühn sich um die Untersuchung und Einführung der Kupferpräparate als Mittel zur Befreiung des Saatgetreides von Stein- und Flugbrand verdient gemacht. 1885 wies Millardet auf dir Vorteile einer Vermischung des Kupfervitriols mit Kalkmilch hin. In den nun folgenden Jahren wurde eine ganze Reihe verschiedenartiger Kupfergemische hergestellt und namentlich gegen die Kartoffelkrankheit sowie gegen verschiedene Pilzformen auf Obstgewächsen und dem Weinstock ausgenutzt.

Gegenwärtig nehmen die Kupfersalze in der Pflanzentherapie einen hervorragenden Platz ein. Neben der bemerkenswerten Eigenschaft selbst in sehr starker Verdünnung noch wirksam zu sein, besitzen sie noch den weiteren Vorzug, sich auf verhältnismäßig einfache Weise zu Bekämpfungsmitteln verarbeiten zu lassen.

Kupferchlorid, $CuCl_2 + 2H_2O$.

Die Uredosporen von Puccinia coronata werden durch eine 1‰-Lösung zwar nicht vollkommen an der Auskeimung behindert, aber doch merklich darin gehemmt (Hitchcock und Carleton, Bull. 38. Versuchsstat. f. Kansas).

Häufiger als das reine Kupferchlorid haben die Kupferchlorid enthaltenden Gemische Verwendung gefunden. Fairchild (J. M. 7. 338) prüfte zwei derselben auf ihre Wirksamkeit gegen Entomosporium maculatum Lév. Dem ersteren derselben lag zugrunde: 200 g Kupfervitriol, 300 g Chlorkalk und 100 l Wasser. Diese Brühe, welche außer Gips noch in der Hauptsache Braunschweiger Grün ($CuCl_2$, 3 CuO, 4 H_2O) enthält, ist nicht ganz so schädlich für die Blätter, wie ein Gemisch aus 200 g Kupfervitriol, 400 g Chlorkalk und 100 l Wasser.

Dasselbe bildet eine rußig-schwarze, allmählich absetzende Brühe, welche den Birnblättern, ebenso dem Laub der Roßkastanie sehr nachteilig ist. Dabei haftet sie schlecht und wirkt ungenügend gegen Entomosporium maculatum Lév.

Von Galloway (Bull. 3. D. V. P. 9—31) wurde eine Kupferchloridbrühe aus 75 g Kupfervitriol, 40 g Chlorcalcium und 100 l Wasser auf ihr Verhalten gegen die Schwarzfäule auf Weinstöcken untersucht. Mit Hilfe einer 6maligen Bespritzung erzielte er ganz beachtenswerte Erfolge:

unbehandelte Stöcke gaben:	41,61 %	vollkommene, gesunde Trauben,
6mal gespritzte „ „	98,10 „	„ „ „

Die Brühe besitzt den weiteren Vorteil, dem Weinlaube nur in sehr geringem Maße schädlich zu werden, sie wird hierin nur von Kupferkalkbrühe und Kupferacetatlösung übertroffen.

Kupferoxychlorür, CuO, $CuCl_2$.

Das Kupferoxychlorür ist ein grünliches, amorphes, etwa 50 % Cu enthaltendes, in Wasser schwer oder gar nicht lösliches Pulver, welches sich bei sehr feiner Mahlung längere Zeit im Wasser schwebend erhält. Eine aus diesem Pulver bereitete Brühe empfahl Chuard (R. V. **1909**. 353. C. r. h. 150. 839) als Ersatzmittel für die Kupferkalkbrühe. Als besondere Vorzüge an der Brühe von Kupferoxychlorür werden genannt: 1. außerordentliche Einfachheit in der Herstellung, 2. starke Klebekraft, 3. genügendes Sichtbarwerden auf den Blättern. 4. geringe Kosten. Das Kupferoxychlorür entsteht als Nebenprodukt bei der Gewinnung von Kalium und Natrium auf elektrolytischem Wege nach dem Verfahren von Garnier aus den Kupferanoden. Die Wirksamkeit des Stoffes beruht darauf, daß unter der Einwirkung von Luft und Luftfeuchtigkeit eine Oxydation des Kupferoxychlorürs erfolgt, wodurch jeweils kleine Mengen des leichtlöslichen Kupferchlorüres gebildet werden.

Nach Chuard verrichtet diese Brühe die nämlichen Dienste gegen Plasmopara auf Weinstöcken wie eine 2 prozent. Kupferkalkbrühe. Dagegen machte Maisonneuve (R.V. 34. **1910**. 709) bei vergleichenden Versuchen die Wahrnehmung, daß eine (zur Erhöhung der Klebekraft noch mit Talkpulver versetzte) Kupferoxychlorürbrühe doch nicht in so vollkommenem Maße dem Plasmoparapilze entgegenwirkte wie der Kupferkalk. Auch Kulisch (Ber. Kolmer **1909**. 44) hält eine Empfehlung des in Frankreich unter der Bezeichnung Cuprosa française in den Handel gebrachten Oxychlorure cuivreux für verfrüht, da die damit hergestellten Brühen Blattverbrennungen hervorrufen können.

Schwefelkupfer.

Fairchild (J. M. 7. 338) stellte Versuche mit Kupfersulfidbrühe gegen Entomosporium maculatum Lév. an. Die Brühe bestand aus 400 g Kupfervitriol, 400 g Schwefelleber und 100 l Wasser. Das Gemisch besitzt, wie die Schwefelleber, eine wechselnde Zusammensetzung, wahrscheinlich: $Cu_2S + Cu_2S_3 + Cu_2S_4$, vielleicht auch: $Cu_2S + Cu_2S_5$. Es verletzt das Birnenlaub etwas, ist nicht ganz

so wirksam wie ammoniakalische Kupferkarbonatbrühe, haftet besser wie diese und deckt ebenso gut.

Ganz bemerkenswerte Ergebnisse erzielte Galloway (J. M. 7. 195—226) mit dieser Brühe gegen den Rost auf Hafer und Sommerweizen. Eine am 6., 16., 20. Juni und 5. Juli ausgeführte Bespritzung derselben hatte nicht nur gänzlich rostfreie Pflanzen, sondern auch eine namhafte Steigerung des Ertrages zum Gefolge, und zwar behandelt: 10½ Einheiten Körner,
unbehandelt: 8½ " "

Von allen gleichzeitig untersuchten Kupferpräparaten lieferte Schwefelkupfer die besten Ergebnisse.

Unterschwefligsaures Kupferoxydul, $Cu_2S_2O_3$.

Eine 400 g Kupfervitriol, 1 kg Natriumhyposulfit und 100 l Wasser enhaltende Brühe von unterschwefligsaurem Kupferoxydul beschädigt nach Fairchild (J. M. 7. 338) das Laub, haftet und deckt schlecht, eignet sich dahingegen besser als ammoniakalische Kupferkorbonatlösung zur Verhinderung der Blattfleckenkrankheit der Birnen, Entomosporium maculatum Lév. Er vermutet, daß die Schädlichkeit dieser Brühe für die Blätter auf dem Vorhandensein freier Schwefelsäure beruht. Diese könnte jedoch leicht durch einen Zusatz von Kalkmilch gebunden, in Gips übergeführt und so zur Erhöhung der Deckkraft des Mittels benutzt werden.

Schwefligsaures Kupfer, $CuSO_3$.

Für die Behandlung von Weinbergen zur Fernhaltung des echten (Oidium) und falschen Mehltaues (Plasmopara) empfiehlt Courdures (Répert. de Pharmacie **1896**. S. 113) folgende Brühe

Vorschrift (46):	Kupfervitriol	2—3 kg
	Schwefligsaures Natron .	2—3 kg
	Natriumbikarbonat . . .	1—1,5 kg
	Wasser	200 l

Herstellung: Kupfervitriol und schwefligsaures Natron in je 50 l Wasser auflösen, zusammenschütten, Natriumbikarbonat in 100 l Wasser lösen und dazugießen. Der sich dabei bildende grünliche Niederschlag besteht aus Kupfersulfit.

Verwendung: 3—4maliges Bespritzen der Weinstöcke. Für die zweite und die folgenden Behandlungen ist die stärkere Brühe zu verwenden.

Kupferdimethanal-Disulfit.

In jüngster Zeit stellte Malvesin (Bull. Soc. chem. France. **1909**. 1096) aus Formol, Kupferhydroxyd oder Kupferhydrokarbonat und Schwefligsäureanhydrid einen Stoff her von der Formel

$$H-CH\begin{matrix}OH\\ \\ \end{matrix}\!\!<\quad\begin{matrix}OH \qquad\qquad OH\\ SO_3-Cu-SO_3\end{matrix}\quad>CH-H$$

welcher einen geringeren Preis wie die Kupferkalkbrühe besitzt, durchsichtig ist und infolge seines Gehaltes an schwefliger Säure auch gegen das Oidium wirksam sein soll. Urteile von unbeteiligter Seite liegen über das neue Mittel noch nicht vor. Die vollkommene Durchlässigkeit für das Licht ist eher ein Nachteil als ein Vorteil, da damit verbunden ist schlechtes Sichtbarwerden des Spritzmittels auf den Blättern und leichte Entstehung von Brennflecken.

Kupfervitriol, $CuSO_4 + 5 H_2O$.

Das Kupfervitriol ist wohl der am meisten für pflanzentherapeutische Zwecke verwendete chemische Stoff. Im Handel erscheint es auch noch unter den Bezeichnungen Cypervitriol und Blaustein. Frisch bereitet bildet es große tiefblaue, trikline, durchscheinende Kristalle mit 31,86% CuO und 32,06% SO_3. Bei längerem Liegen an der Luft verliert das Kupfervitriol einen Teil seines Kristallisationswassers, wodurch der prozentische Gehalt an Cu erhöht wird. Das im Handel erhältliche Kupfervitriol ist zuweilen durch Zusätze der verschiedensten Art, wie Zink-, Mangan- und Natriumsulfat, namentlich aber durch das billige Eisenvitriol verfälscht. Dieser Umstand macht den Gebrauch gewisser Vorsichtsmaßregeln bei der Benutzung von Kupfervitriol erforderlich. Am schwersten für das Auge sind beim gepulverten Vitriol Verfälschungen zu erkennen. Es sollte deshalb auch grundsätzlich nur großkristallinisches, unzerkleinertes Material und dieses auch nur dann, wenn es eine reinblaue Farbe ohne jeden Stich in das Meergrüne besitzt, verwendet werden. In etwas grober, dafür aber sehr einfacher Weise läßt sich eine Verfälschung des Kupfervitriols mit Eisenvitriol durch die Tanninprobe erkennen. Die erforderliche Tanninlösung läßt sich leicht durch Aufbrühen von Tee- oder Eichenblättern beschaffen. Bei Gegenwart von Eisensulfat ruft der Zusatz der Tanninlösung in der zu prüfenden Kupfervitriollösung einen an verdünnte Tinte erinnernden Farbenumschlag hervor.

Nicht wesentlich viel umständlicher ist das folgende Verfahren. Eine dünne Lösung des Kupfervitriols wird zur Oxydation des etwa darin enthaltenen Eisenoxydulsulfates mit einigen Tropfen konzentr. Salpetersäure versetzt, erhitzt und sodann mit Ammoniak übersättigt. Eisenfreies Kupfervitriol gibt hierauf eine durchsichtige, klare, tiefblaue Flüssigkeit, während sich bei Gegenwart von Eisenvitriol bräunliche, bald zu Boden sinkende Flocken abscheiden.

Für die quantitative Ermittlung des Kupfergehaltes sind im allgemeinen die in den chemischen Lehrbüchern beschriebenen Analyseverfahren maßgebend. Für das zu pflanzenpathologischen Zwecken verwendete Kupfervitriol hat die französische Regierung das einzuschlagende Untersuchungsverfahren genau vorgeschrieben. Es hat folgenden Verlauf:

250 g des zu prüfenden Kupfervitrioles pulvern, eine Mittelprobe von 10 g in 200 ccm aqua destillata lösen, davon 20 ccm = 1 g in eine 80 ccm fassende Platinschale bringen, mit 2 g H_2SO_4 oder NHO_3 versetzen, in die Flüssigkeit eine gewogene Platindrahtspirale bringen, Schale mit der positiven Spirale mit dem negativen Pol eine Batterie verbinden, Strom von 0,2 Ampère unter gleichzeitigem Erhitzen hindurch leiten, nach 8—10 Stunden negative Elektrode ohne

Stromunterbrechung herausnehmen, rasch und stark zunächst mit aqua destillata, darnach mit Alkohol abspülen, entweder im Trockenschrank trocknen oder den noch anhaftenden Alkohol unter Vermeidung starker Erhitzung verbrennen, wiegen. Kupfergewicht × 3,938 = entsprechende Menge $CuSO_4 + H_2O$. Für den Nachweis eines etwaigen Gehaltes an Eisen, Lösung des Salzes mit Ammoniak im Überschuß versetzen, Luftstrom hindurch leiten, welcher das Eisen als Fe_2O_3 ausfällt.

In sinnentsprechender Weise ist die Kupferbestimmung auch bei den übrigen Kupfersalzen auszuführen und zwar bei Kupferacetat (verdet) durch Elektrolyse des in Schwefelsäure gelösten Salzes, bei Kupferbrühen mit einem Zusatz von Gallerte, Melasse, Seife, Alaun oder schwefelsaurer Tonerde durch Elektrolyse der calcinierten und dann in Schwefelsäure gelösten Brühenbestandteile, bei sonstigen kupferhaltigen Mitteln durch Elektrolyse nach Behandlung mit verdünnter Salpetersäure und Ausscheidung des etwa vorhandenen Chlores durch Schwefelsäure, bei stark verunreinigten Kupfermitteln durch Elektrolyse nach Abscheidung des Kupfers als Sulfür und Lösung des letzteren in kochender Salpetersäure.

Montanari (St. sp. **1904**. 227) bedient sich bei der Reinheitsprüfung des Titrierverfahrens. 19,878 g reines kristallinisches Natriumhyposulfit, 8 g Schwefelcyanammonium und 0,5 g Jodkalium sind in 1 l, Wasser zu lösen. 50 ccm dieser Titrierflüssigkeit müssen genau durch 50 ccm einer Auflösung von 20 g chemisch reinem Kupfervitriol in 1000 ccm Wasser neutralisiert werden. Bei der Untersuchung sind 20 g des zu prüfenden Kupfervitriols in 1 l Wasser zu lösen und unter Anwendung eines 1 prozent. Stärkekleisters mit der oben beschriebenen Titrierflüssigkeit zu titrieren.

Das Kupfervitriol wird fast ausschließlich als Lösung und verhältnismäßig selten nur als Pulver in Gebrauch genommen. Im letzteren Falle wird das Pulver zumeist verdünnt und wird hierzu vorwiegend feinstgemahlenes Specksteinmehl benutzt. Ein derartiges Pulver kommt unter der Bezeichnung Sulfosteatit oder Fostit in den Handel. Gewöhnlich enthält dasselbe 20% $CuSO_4$. Die einfache Kupfervitriollösung haftet nur sehr wenig auf der Pflanze und ruft auch Blattverbrennungen hervor. Hieraus folgt, daß sie nur dort am Platze ist, wo entweder derartige Blattverbrennungen in der Absicht liegen, oder wo der zu behandelnde Pflanzenteil unempfindlich gegen die sauren Wirkungen der Kupfervitriollösung ist. Fälle dieser Art sind gegeben bei der Entpilzung von Samen (Saatgutbeizen), von Bäumen oder Pflanzenteilen sowie bei der Vertilgung von Unkräutern.

Innere Verwendung.

Pichi (Nuovo giornale botan. ital. Bd. 23. **1891**. S. 361–366) führte den Weinstöcken in der ersten Hälfte des Monates April Kupfervitriol teils in Form von gepulverten Kristallen, teils in wäßrigen 1‰—5% starken Lösungen durch den Erdboden zu. Der Erfolg war, daß die so behandelten Weinreben zu Anfang Juli noch völlig unversehrt von Plasmopara viticola de By., die unbehandelten deutlich davon befallen waren. Ende Juli änderte sich das Bild. Die mit schwachen Kupferlösungen (bis 4‰) und entsprechend wenig Kupfer-

vitriol in Pulverform versehenen Stöcke fingen an den Pilz aufzunehmen. Da, wo mehr als 0,5% Kupfervitriol verabreicht worden war (in 25 l Flüssigkeit pro Pflanze) erkrankten nur die obersten Spitzen. Mikroskopisch will Pichi namentlich in den der Mittelrippe zunächst liegenden Mesophyllzellen Kupfersulphatkriställchen bemerkt haben, eine Angabe, welche aber Zweifeln begegnen muß.

Nach d'Angelo (B. O. **19**. 231. 232, Z. f. Pfl. **1895**. 355) soll eine Einspritzung von Blausteinlösung in den Boden für die mit Reblaus behafteten Reben von guter Wirkung gewesen sein. Auch Viala gelangte zu der Ansicht, daß eine innere Zuführung von Kupfer der Pflanze vorteilhaft ist (R. V. **1894**. Nr. 3 u. 5). Es wurden von ihm 3jährige, in Töpfen kultivierte Reben 3 Monate lang mit gesättigter Kupfervitriollösung begossen, so daß im ganzen 200 g $CuSO_4$ in den Boden der Töpfe gelangte. Die Reben blieben dabei gesund, Blüten- und Beerenbildung war völlig normal, ja die Blätter zeigten sogar ein lebhafteres Grün als die der nicht gekupferten Reben.

Im Gegensatz zu den vorerwähnten Autoren halten Haselhoff und Otto das der Pflanze innerlich verabreichte Kupfer für nachteilig. Ersterer stellte fest (L. J. **1892**. 261—276), daß kupferhaltige Rieselwässer den Kalk wie das Kali des Bodens in lösliche Formen überführen, so daß sie leicht fortgewaschen werden. Dahingegen bleibt Kupferoxyd, welches vom Boden absorbiert wird, zurück und führt seiner Ansicht nach schließlich zu einer Schädigung des Pflanzenwuchses. Nachgewiesenermaßen nachteilig wirkte das Kupfer in Wasserkulturen mit Mais und Pferdebohnen, sobald im Liter Nährlösung mehr als 5 mg $CuSO_4$ enthalten waren. Bei Bohnen wurde eine Schädigung erst mit 10 mg $CuSO_4$ pro Liter Nährlösung beobachtet. Otto führte Versuche mit Bohne, Mais und Erbse ebenfalls in Kupfer enthaltenden Wasserkulturen aus. Dieselben ergaben eine unverkennbare Schädigung der betreffenden Gewächse, denn sowohl das Wurzelsystem, wie die oberirdischen Pflanzenteile erhielten eine abnormale Ausbildung. Kupfer fand sich aber in denselben nicht vor.

Allem Anscheine nach ist die Lösung dieser Widersprüche über die innere Wirkung des Kupfers auf Pflanzen darin zu suchen, daß Haselhoff und Otto mit Wasserkulturen, die übrigen Autoren mit gewöhnlichem Erdboden experimentierten. Wie Jönsson nachgewiesen hat (s. Arsen), verhalten sich die Gewächse gegen gewisse chemische Stoffe aber sehr verschieden, je nachdem die letzteren ihnen durch den Boden oder durch eine wäßrige Lösung zugeführt werden. Als eine feststehende Tatsache darf angenommen werden, daß der Ackerboden ein großes Absorptionsvermögen für Kupfer besitzt. Gorup Besanez (Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 117. S. 251) erhielt aus 240 ccm Gartenerde, welche er mit 250 ccm einer 0,1prozent. Kupfervitriollösung versetzt hatte und sodann mit 500 ccm destilliertem Wasser nachspülte, keine Spur von Kupfer im Filtrat. Nobbe (L. V. **1872**. 271. 272) fügte zu 152,02 g nahezu lufttrockenem Boden 150 ccm einer 2prozent. wäßrigen Kupfervitriollösung und wusch darnach mit 40 ccm, 6×50 ccm, 100 ccm, 2×200 ccm, 400 und 1000 ccm aus. Das Filtrat von 40 ccm Wasser war deutlich grün, das nächste von 50 ccm

bereits ungefärbt. Im ganzen hatte der Boden 92,9% des Kupfervitriols zurückbehalten.

Äußere Verwendung.

Einfache Kupfervitriollösung zur Saatgutbeize.

Die eingangs erwähnte Entdeckung von Prévost ist zur Entfernung der dem Saatgute anhaftenden Pilzsporen, in erster Linie der verschiedenen an den Getreidekörnern haftenden Arten von Brandsporen (Tilletia, Ustilago) ausgenutzt worden. In der Praxis sind für diesen Zweck zwei Verfahren im Gebrauch: das Benetzungsverfahren auf dem Haufen sowie das Eintauchverfahren. Ersteres ist als unzulänglich in der Wirkung zu verwerfen, obwohl es gewisse Vorzüge besitzt und sich infolge seiner Einfachheit großer Beliebtheit erfreut. Letzteres besteht in dem vollkommenen Einweichen der Getreidekörner in eine Kupfervitriollösung von bestimmtem Gehalte. Obwohl die Samen verhältnismäßig widerstandsfähig sind, so leidet ihre Keimkraft doch bei zu langer Berührung mit einer Kupfervitriollösung und deshalb muß hiergegen Abhilfe geschaffen werden. Das geschieht entweder durch die Abstumpfung des den Körnern nach beendeter Beize noch anhaftenden Kupfervitriollösung oder durch Erhöhung des üblichen Aussaatquantums. Besonders empfindlich ist der Hafer gegen die Nachwirkung des Beizmittels. Ferner wird Verminderung der Keimkraft ganz besonders bei Saatgut beobachtet, welches beim Dreschen in der Maschine verletzt worden ist. Als abstumpfende Mittel werden verschiedene Alkalien benutzt, in erster Linie Kalk.

Neuere Untersuchungen haben gelehrt, daß nur diejenigen Brandarten vermittels einer Kupfervitriolsaatbeize erfolgreich bekämpft werden können, deren Sporen dem Korn äußerlich anhaften und bei denen die Infektion am Keime erfolgt. Hierher gehören der Steinbrand (Tilletia caries, T. levis), der Hartbrand der Gerste (Ustilago hordei, tecta), der Haferbrand (U. avenae) und der Hirsebrand. Ungeeignet sind die auf Blüteninfektion beruhenden, einen inneren Ansteckungskeim im Saatkorn hinterlassenden Brandarten, nämlich der Flugbrand, der Gerste (U. nuda) und der Flugbrand des Weizens (U. tritici).

Steinbrand, Tilletia Tul.

Die mehrerwähnten epochemachenden Untersuchungen von Prévost (Mémoire sur la cause immédiate etc. Montauban 1807) haben gelehrt, daß eine Kupferlösung von 1:250000 bei 6¼, 7½° C. die Keimung der Tilletia-Sporen zu verhindern vermag und Lösungen von 1:600000 und 1:1000000 dieselbe bereits verzögern. Seltsamerweise mißlang es bei höheren Temperaturen — im Gegensatz zu dem Verhalten des Flugbrandes (s. d.) — selbst nach mehrstündiger Einwirkung des Mittels, die Sporen mit einer 1:10000 Kupfervitriollösung keimungsunfähig zu machen. Bei gewöhnlicher Temperatur wurde der gewünschte Effekt durch ½stündiges Eintauchen der Sporen in die 1:10000 Lösung erzielt.

In den 1850er Jahren hat Kühn (Krankheiten der Kulturgewächse S. 87) den Nachweis erbracht, daß durch die 20—30 Minuten andauernde Einwirkung verdünnter Kupfervitriollösung (etwa 0,5 v. H.) die Keimkraft der dem Weizenkorn anhaftenden Schmierbrandsporen wesentlich geschwächt wird. Bei fünf-

stündiger Beizdauer waren dieselben zwar noch keimfähig, traten aber doch erst merklich später in Aktion; durch eine 12—14stündige Beize wurde die Keimkraft der Tilletia-Sporen vollkommen vernichtet. Auf diese Wahrnehmungen gestützt, gab Kühn folgende Vorschrift für die Beizung von Weizen usw.: „Für 5 Berliner Scheffel Saat (275 l) verwende man 1 Pfund Kupfervitriol, zerstoße dieses, löse es in heißem Wasser und gebe soviel kaltes hinzu, daß der in diese Flüssigkeit geschüttete Samen noch eine Hand hoch mit Kupferwasser bedeckt ist. Nach 12stündigem Stehen werfe man den Samen aus, ziehe ihn breit und helfe durch mehrmaliges Wenden das Abtrocknen desselben zu beschleunigen." Dieser Vorschrift hat Kühn später folgende heute noch gültige Fassung gegeben:

Vorschrift (47):

a)	Kupfervitriol . .	1/2 kg
	Wasser	100 l
b)	Gebrannter Kalk .	6 kg
	Wasser	110 l

Das in einem Holzbottich befindliche Saatgut ist mit soviel Blausteinlösung zu überschütten, bis letztere 1—2 Hände hoch über demselben steht. Dauer der Einbeizung 12—16 Stunden. Die aus der Beizflüssigkeit entfernte Saat ist unmittelbar danach auf dem Haufen mit der Kalkmilch zu versetzen und 5 Minuten lang mit dieser durcheinander zu stechen.

Gegen diese Saatbeize hat Nobbe (L. V. **15**. 252—275) verschiedene Einwendungen erhoben. Seine Beizversuche mit 0,1prozent., 0,5prozent. und 1prozent. Kupfervitriollösung, unter Zugrundelegung 24stündiger Einwirkungsdauer, ergaben bei den gebeizten Samen (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer) eine Abnahme in der Keimungsenergie, sowie eine Schwächung des Bewurzelungsvermögens. Er warf deshalb die heutigentages etwas wundersam klingende Frage auf „ob denn das Einbeizen des Saatweizens überhaupt als eine Notwendigkeit erscheine" und empfiehlt im Anschluß hieran das Ausfindigmachen einer zweckentsprechenden Modifikation der Durchtränkung der Getreidesamen auf dem Haufen. Die vorstehenden Einwände hat Kühn an der Hand von speziellen Versuchen entkräftet. Weizenkörner, welche er nur oberflächlich mit 1/2prozent. Kupfervitriollösung ausgiebig besprengte und 16 Stunden lang in einem feuchten Raum beließ, gaben ihm nach dem Zerdrücken ein Sporenmaterial, welches vollkommen ungeschwächtes Keimungsvermögen besaß. Ebenso wies Kühn nach, daß unverletzte, normal beschaffene Weizenkörner durch das 12—16stündige Einbeizen in einer 1/2prozent. Blausteinlösung in ihrem Bewurzelungs- und Entwicklungsvermögen nicht wesentlich benachteiligt werden (Z. Pr. S. **1872**. 280. 281).

Dahingegen leidet das Kühnsche Verfahren entschieden unter dem Übelstand, daß es eine 12—16stündige Eintauchung der Getreidekörner fordert. Während dieses langen Zeitraumes nimmt das Saatgut große Mengen Wasser auf, und es bereitet deshalb, dort, wo Trockenapparate nicht zur Verfügung stehen, namentlich bei feuchtem Wetter, erhebliche Schwierigkeiten, das Saatgut wieder soweit zurückzutrocknen, daß es saatfertige Beschaffenheit annimmt. Erfolgt das Zurücktrocknen nur zögernd, so kann unter Umständen der Keimungsprozeß schon vor der Aussaat seinen Anfang nehmen.

Die Behandlung des Flugbrandes, Ustilago hordei tecta, U. avenae, U. rabenhorstiana, U. destruens.

Zugleich mit dem Steinbrand, gelang es Prévost auch den Flugbrand des Getreides durch das Kupfervitriol soweit zu bekämpfen, daß eine Getreidesaat, welche ursprünglich auf je 3 Ähren eine Brandähre lieferte, nur noch auf je 4000 Halme eine Brandähre enthielt. Die Beizflüssigkeit, mit welcher Prévost arbeitete, hatte die Zusammensetzung:

Kupfervitriol	90 g (143 g)
Wasser	14 l (100 l)

Gegenwärtig hat diese Vorschrift nur noch historisches Interesse. Eine heute noch im Gebrauch befindliche Beizvorschrift ist die von Kühn für den Steinbrand aufgestellte Vorschrift Nr. 47 auf S. 123. Blomeyer gab eine hiervon nicht unwesentlich abweichende Vorschrift, nämlich: 1 kg $CuSO_4$ auf 100 l Wasser. Das in durchlässige Körbe gelegte Getreide ist eine Minute lang in diese Lösung einzutauchen und alsdann ohne weitere Behandlung zum Trocknen auseinanderzubreiten. Dieses Beizverfahren hat Steglich (S. L. Z. **1896**. 78) noch etwas abgeändert.

Vorschrift (48):	a)	Kupfervitriol	1 kg
		Wasser	100 l
	b)	Soda	1 kg
		Wasser	100 l

Das Getreide ist zunächst eine Minute lang in die Kupfervitriollösung und sodann eine Minute lang in die Sodalösung einzutauchen, danach zum Trocknen auseinanderzuziehen.

Weder das Blomeyersche noch das Steglichsche Verfahren haben in der Praxis bisher Eingang gefunden.

Von maßgebendem Einfluß auf den Erfolg des Beizverfahrens ist, wie Herzberg (vergl. Untersuchungen über landwirtschaftlich wichtige Flugbrandarten. Diss. Halle) festgestellt hat, die Temperatur der Beizflüssigkeit. Sowohl starke wie schwache Kupfervitriollösungen bleiben fast wirkungslos, wenn deren Temperatur unter oder nahe am Auskeimungsminimum der Brandsporen (5—8° C.) liegt. Kommt indessen die Temperatur der Beizflüssigkeit dem Keimungsoptimum nahe (24—26° C.), so reicht bereits eine 0,1 prozent. Kupfervitriollösung hin, um die Sporen völlig abzutöten. Unter den eben angegebenen Umständen übt sogar die 0,1 prozent. Lösung eine viel schädlichere Wirkung auf die Flugbrandsporen aus, als starke Konzentrationen (4 und 8%). Herzberg empfiehlt deshalb, das Saatgetreide 15 Stunden lang in eine 0,1 prozent. $CuSO_4$-Lösung einzutauchen und während dieser Zeit die Temperatur der Beizflüssigkeit beständig auf 20° zu erhalten. Dem Verfahren haften 2 Mängel an, die lange Beizdauer und die konstante Temperatur von 20°.

Meinen mit Hafer und Gerste angestellten Versuchen (L. J. **1897**. 145 bis 190) ist zu entnehmen, daß die Kühnsche Beize, Vorschrift 47, sowohl die Hafer- wie auch die Gerstensaat vollkommen zu entbranden vermag. Auf das

Wachstum und den Ertrag der beiden Getreidearten wirkt sie aber in verschiedener Weise ein.

Das Ährenschieben findet bei den Gerstenpflanzen aus gebeizter Saat früher statt. Der Einfluß des Beizens auf Bestockung, Körner- und Strohbildung erhellt aus den nachstehenden Angaben:

	Zahl der Ähren	davon brandig	Körnergewicht	Gewicht von Stroh und Spreu	Anzahl der Halme im Stock
Ungebeizte Gerste	173,0	4	104,5 g	185,5 g	3,17
Gebeizte "	243,7	0	161,9 "	184,2 "	4,13

Beim Hafer erfolgte das Ährenschieben zu gleicher Zeit mit den Pflanzen von ungebeizter Saat. Die sonstigen Leistungen der Haferbeize zeigt die folgende Zusammenstellung:

	Zahl der Ähren	davon brandig	Körnergewicht	Gewicht von Stroh und Spreu	Anzahl der Halme im Stock
Ungebeizter Hafer	$89^2/_3$	5	107,7 g	157,10 g	1,93
Gebeizter "	$77^1/_3$	0	90,5 "	205,83 "	1,76

Somit eignet sich die Kühnsche Flugbrandbeize in ihrer vorliegenden Form nur für Gerste, während sie für Hafer nicht gleich empfehlenswert erscheint.

Neueren Versuchen, welche ich mit der Kupfervitriollösung als Beizmittel für Hafer angestellt habe, ist zu entnehmen, daß Hafersaat sicher entbrandet und in ihrer Ertragsfähigkeit nicht geschädigt wird, wenn man nach folgender Vorschrift beizt:

Vorschrift (49): a) Kupfervitriol . . . . . . 300 g
Wasser . . . . 100 l
b) Gebrannter Kalk . . . . . 400 g
Wasser . . . . 100 l

Gegen Ustilago rabenhorstiana Kühn empfahl Kühn (Fühlings landwirtschaftliche Zeitung **1876**. S. 35—38) eine 1stündige Beize der Hirsesamen in 0,5prozent. Kupfervitriollösung.

Von Aderhold (Der Landwirt **1896**. Nr. 9) wurde aber nachgewiesen, daß die nach Kühn gebeizte Hirse etwas weniger gut keimt wie unbehandelte Saat und zudem auch nicht vollkommen entbrandet wird.

Ohne Behandlung entfielen auf 100 Körner . . $90^5/_6$ Keime
Gebeizt " " 100 " . . 86 "

Auf dem Felde lieferte
gewöhnliche Saat . . . . 7,45 % Ustilago destruens
gebeizte Saat . . . . 0,4 "

Die Brandsporen endlich zeigten folgendes Verhalten:

Ohne Behandlung . . . . 25 % aller Sporen keimen aus.
Gebeizt mit Kupfervitriol und Kalk weniger als 0,5 " der Sporen sind noch keimfähig.

Sonstige Verwendung gegen Pilze.

Die Sporen von Phytophthora infestans sind sehr empfindlich gegen reine Kupfervitriollösungen, wie Wüthrich (Z. f. Pfl. **1892**. 16—31 und 81—84) nachgewiesen hat. Er fand nämlich, daß bei den in 0,00124prozent. Lösung getauchten Konidien die Bildung von Schwärmsporen unterbleibt, während noch vereinzelt direkte Auskeimung stattfindet, in der 0,0124prozent. Lösung erfolgt keinerlei Keimung mehr. Die Zoosporen stellen in der 0,00124prozent. Lösung binnen 1 Minute jede Bewegung ein und nur wenige unter ihnen lassen im Verlaufe von 15 Stunden Keimschläuche hervortreten. 0,0124 % ruft augenblickliche Unterbrechung der Schwärmerbewegungen und Ausfall irgendwelcher Keimung hervor.

Peronospora. Wesentlich empfindlicher wie Phytophthora unterbleibt die Keimung und Schwärmsporenbildung schon bei 0,00124 %. Die Zoosporen stellen in einer derartigen Lösung nach 1 Minute die Bewegungen ein und gelangen nicht zur Keimbildung.

Die erste Empfehlung des Kupfervitriols als Mittel zur Bekämpfung von Plasmopara viticola stammt aus dem Jahre 1884. Am 29. September dieses Jahres legte van Tieghem der Pariser Akademie eine Mitteilung von Perrey vor, in welcher er darauf hinwies, daß die in Kupfervitriol getauchten Weinbergspfähle einen das Auftreten von falschem Mehltau verhütenden Einfluß ausüben.

Puccinia. Galloway (J. M. 7. 195—226) hat versucht den Getreiderost durch ein 24stündiges Einbeizen der Saat in 8prozent. (!) Kupfervitriollösung mit nachfolgender Kälkung zu bekämpfen. Wie vorauszusehen, war das Verfahren nicht nur gänzlich ohne Erfolg, sondern direkt nachteilig, denn nur 1 % der so behandelten Samen waren noch keimfähig. Wüthrich (Z. f. Pfl. **1892**. 16—31, 81—94) hat gefunden, daß die Uredosporen von Puccinia graminis in 0,124prozent. Kupfervitriollösung nicht mehr keimen, und daß Aecidiensporen, noch viel empfindlicher als erstere, bereits bei 0,00124 % eine Hemmung und bei 0,0124 % eine völlige Unterbrechung der Keimung erfahren. Mit der nämlichen Frage haben sich Hitchcock und Carleton (Bull. 38 der Versuchsst. f. Kansas) beschäftigt und gefunden, daß eine 1 ‰-Lösung auf die Keimkraft der Uredosporen von Puccinia coronata nachteilig einwirkt, dieselbe aber nicht gänzlich zu vernichten vermag.

Claviceps purpurea. Die Konidien keimen nach Wüthrich (Z. f. Pfl. **1892**. 16—31; 81—94) in einer 0,0124prozent. Lösung nicht aus.

Laestadia (Guignardia) bidwellii, schwarze Fleckenfäule der Reben. Rathay und Havelka (Die Weinlaube **1892**. S. 158, Z. f. Pfl. **92**. 254. 255) haben beobachtet, daß die Keimfähigkeit der Sporen von Laestadia bidwellii nach einem 30 Stunden langen Aufenthalt derselben in 0,5prozent. Kupfervitriollösung vernichtet ist. Sie halten daher ein 1stündiges Eintauchen der Reben-Schnittlinge in 1prozent. Blausteinlösung für angezeigt. Die Knospen derselben werden durch vorerwähnte Behandlung nicht nachteilig beeinflußt. Ob aber der schwarzen Fleckenfäule damit wirksam vorgebeugt wird, läßt er fraglich.

Fusicladium. Goff hat gefunden (Bull. 3. D. V. P. 31—36), daß die Behandlung der Apfelbäume mit einfacher ½prozent. Kupfervitriollösung vor Ausbruch des Laubes das Auftreten von Schorf in bedeutendem Maße einschränkt.

Von Karlson (Z. Z. **1895**. 444) ist die Beize der Rübensamenknäuel in 1—2prozent. Kupfervitriollösung als Mittel zur Verhütung des nach seiner Ansicht durch parasitäre Pilze verursachten Wurzelbrandes empfohlen worden. Dieser Empfehlung kann ich mich nicht anschließen, namentlich weil nach meinen Beobachtungen und Erfahrungen die Hauptursache für das Auftreten des Wurzelbrandes nicht in parasitären Pilzen, welche ihren Sitz auf den Samenknäueln haben, gesucht werden darf.

Die Kupferkalkbrühe (Bordelaiserbrühe).

Wie bereits erwähnt, läßt sich die reine Kupfervitriollösung als Bekämpfungsmittel für grüne Pflanzen nicht verwerten. Es ist deshalb mit mehr oder weniger günstigem Erfolge versucht worden, diesen Übelstand zu beheben, d. h. der Kupfervitriollösung die blattverbrennenden Eigenschaften zu benehmen und ihr die fehlende hinlängliche Klebkraft zu geben. Der übliche Weg zur Erreichung dieser Absicht ist der Zusatz eines alkalischen Stoffes zur Kupfervitriollösung. Ein solcher bindet die Säure und beseitigt damit die Möglichkeit der Blattbeschädigungen. Außerdem kann er aber auch gleichzeitig die Klebekraft des Gemisches auf die gewünschte Höhe bringen. Eines der gebräuchlichsten und geeignetsten Mittel zur Abstumpfung der Kupfervitriollösung ist der Ätzkalk.

Über den Entdecker des Kupfervitriolkalkgemisches ist nichts Näheres bekannt, doch dürfte er wohl in der Landschaft Medoc zu suchen sein, weil dort schon seit längerer Zeit die Gepflogenheit besteht, die in der Nähe von öffentlichen Wegen befindlichen Rebstöcke zum Schutz gegen Traubendiebstahl mit einem dickflüssigen Gemisch von Fettkalk- und Vitriollösung zu besprengen. Durch Zufall wurde erkannt, daß diese Bespritzung gleichzeitig Schutz gegen das Auftreten der Reben-Blattfallkrankheit (Plasmopara) gewährt und Millardet (J. a. pr. **1885**. II. 513. 801) war einer der ersten, welche auf diese fungizide Wirkungen des Kupferkalkgemisches hingewiesen hat. Der von ihm empfohlenen heute allerdings nur noch geschichtliches Interesse bietenden Brühe lag folgende Zusammensetzung zugrunde:[1])

Kupfervitriol	8 kg
Wasser	100 l
Ätzkalk	15 kg
Wasser	30 l

Im Laufe der Zeit ist die Kupferkalkbrühe Gegenstand zahlreicher Untersuchungen und Versuche geworden. Als Ergebnis derselben wird gegenwärtig fast allgemein bei der Herstellung von Kupferkalkbrühe die nachstehende Vorschrift zugrunde gelegt:

---

[1]) Millardet, A., Traitement du mildiou et du rot par le mélange de chaux et sulfate de cuivre. — Paris (G. Masson). 1886. 62 S.

Vorschrift (50): Kupfervitriol . . . . 1 —2 kg
Ätzkalk . . . . 0,5—1 kg
Wasser . . . . . . 100 l

Herstellungsweise: Benötigt werden zwei hölzerne oder irdene, keineswegs aber metallene Behälter, von denen der eine etwa 120 und der andere 60 l Fassungsraum und der größere Bottich an der Innenwand eine Marke für 50 und für 100 l besitzen muß. In dem kleineren Bottich das Kupfervitriol in 50 l Wasser lösen, am einfachsten durch Aufhängen der in einem Leinwandsäckchen untergebrachten Kristalle, dicht unter der Oberfläche des Wasserspiegels (s. Abb. 9); den Kalk in einem Holzeimer ablöschen, mit wenig Wasser verdünnen und zur Beseitigung grober Bestandteile durch ein engmaschiges Seihtuch hindurch in den größeren Bottich einfüllen, mit Wasser bis zur 50 l-Marke auffüllen und dann die Kupfervitriollösung unter beständigem Umrühren langsam in die Kalkmilch hineingießen.

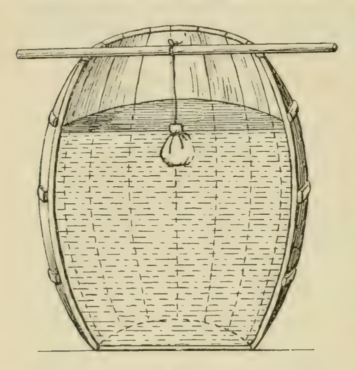


Abb. 9. Zweckmäßiges Verfahren zur schnellen und einfachen Auflösung von Kupfervitriol.

An eine gute Kupferkalkbrühe sind eine Reihe von Anforderungen zu stellen und zwar folgende:

1. die Mischung darf nicht sauer oder doch nur ganz schwach sauer reagieren;
2. die Brühe muß eine rein himmelblaue, keinen Stich in das Grünliche oder das Graue aufweisende Färbung besitzen;
3. das Zubodengehen des gebildeten Niederschlages darf nur äußerst langsam erfolgen;
4. die Klebekraft muß eine sehr hohe sein;
5. die fungizide Wirkung muß schnell und widerstandslos eintreten;
6. die Stärke muß den geforderten Leistungen entsprechen.

Die Prüfung der Reaktion.

Wiewohl eine Einigung der Ansichten über die genaueren Vorgänge bei der Bildung von Kupferkalkbrühe bisher noch nicht erzielt worden ist, darf wohl angenommen werden, daß beim Mischen von Kupfervitriollösung mit Kalkmilch in der Hauptsache Kupferhydroxyd und Gips entsteht, nach der Formel

$$CuSO_4 + CaO + H_2O = Cu(OH)_2 + CaSO_4.$$

Daneben können je nach der Reinheit des Materiales und nach dem Mischungsverhältnisse noch andere Kupfer- und Kalkverbindungen wie $CuCO_3$, $CaCO_3$ und $Ca(OH)_2$, vermutlich auch basisches $CuSO_4$, ferner Eisenhydroxyd, Verbindungen des Magnesiums usw. in der Brühe vorhanden sein.

Nach Pickering (Journ. Chem. Soc. London. Bd. 91. 92. **1907.** 1908. 2001) können in der Kupferkalkbrühe enthalten sein

$$4\,CuO,\ SO_3 + 0{,}06\ CaSO_4$$
$$5\,CuO,\ SO_3 + 0{,}25\ CaSO_4$$
$$10\,CuO,\ SO_3 + 1{,}30\ CaSO_4$$
$$10\,CuO,\ SO_3 + 4\ CaO,\ SO_3$$

und wahrscheinlich

$$10\,CuO,\ SO_3 + 10\ CaO,\ SO_3$$

sowie

$$CuO + 3\ CaO.$$

In der Mehrzahl der Fälle soll die Zusammensetzung sein

$$10\,CuO,\ SO_3 + 4\,CaO,\ SO_3.$$

Für die Reaktion der Mischung bleibt maßgebend, ob die Schwefelsäure des Kupfervitrioles in hinlänglichem Maße durch den Kalk abgestumpft worden ist. Rechnerisch reichen 340 g reines CaO vollkommen hin, um 1 kg Kupfervitriol zu neutralisieren. In der Praxis wird aus später noch zu erörternden Gründen eine höhere Beigabe von Ätzkalk vorgenommen. Für die Prüfung der Reaktion, welche in jedem einzelnen Falle ausgeführt werden sollte, stehen die nachfolgenden Verfahren zur Auswahl:

1. Bereits die Färbung der über dem Niederschlag befindlichen klaren Flüssigkeit bietet einen Anhalt zur Beurteilung der Reaktion, indem ein Schimmer in das Bläuliche andeutet, daß noch freie Kupfervitriollösung in der Brühe vorhanden ist. Als hinreichend zuverlässig kann diese Prüfung aber nicht bezeichnet werden.

2. Durch blankes Eisen wird aus einer Kupfervitriollösung metallisches Kupfer abgeschieden und in Form eines zarten Häutchens auf dem Eisen niedergeschlagen. Entsteht also beim Eintauchen einer blanken Messerklinge, Stricknadel usw. in die fertiggestellte Kupferkalkbrühe auf diesen Gegenständen ein rötlicher Überzug von Kupfer, so wird hierdurch angezeigt, daß die Reaktion der Brühe noch sauer, d. h. daß noch ungebundenes Kupfervitriol vorhanden ist. Es muß alsdann der Brühe noch solange Kalkmilch in kleinen Mengen hinzugefügt werden, bis das eingetauchte Eisen blank bleibt. Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, daß der geringste Fettüberzug auf dem Eisen das Niederschlagen von Kupfer verhindert.

3. Ein sehr bequemes Mittel zur Prüfung der Reaktion bilden auch die verschiedenen Reagenzpapiere, wie Lackmus-, Curcuma-, Tournesol usw. -Papier. Von Muth (Bericht Weinbauschule Oppenheim. 1903—1910) sind folgende Empfindlichkeiten bei einigen der gebräuchlichsten Indikatoren ermittelt worden.

Das Undeutlichwerden des Farbenumschlages stellt sich ein für

rotes Lackmuspapier	bei 0,0109 g	$Ca(OH)_2$	in	100	ccm	Wasser
Curcumapapier	„ 0,0062 „	„	„	„	„	„
Phenolphtaleinpapier, Helfenberg . . .	„ 0,0073 „	„	„	„	„	„
1 prozent. Phenolphtaleinpapier, selbstbereitetes	0,0062 „	„	„	„	„	„

Die Farbentöne für die einzelnen Papiere sind

	Saure Brühen	Alkalische Brühen
Rotes Lackmuspapier	rot	blau
Curcumapapier	gelb	braun
Phenolphtaleinpapier	weiß	karminrot
Helianthinpapier	rot	gelb
Tournesolpapier	rot	blau

Ein sehr empfindliches und genügend haltbares Papier ist das in Röllchen hergestellte, in kleinen Blechdosen untergebrachte Phenolphtaleinpapier von Dietrich in Helfenberg b. Dresden.

4. Beim Zuschütten einiger Tropfen einer Lösung von gelbem Blutlaugensalz entsteht ein rotbrauner Niederschlag, sofern die Brühe noch sauer ist, während sich keinerlei Verfärbung einstellt, sofern die Mischung alkalisch reagiert. Anstelle der Blutlaugensalzlösung kann man auch Fließpapierstreifen, welche mit der Lösung getränkt und danach wieder getrocknet worden sind, verwenden. Beim Eintauchen in die Kupferkalkbrühe nehmen dieselben entweder braunrote Färbung an oder sie verfärben sich nicht. Der Vorschlag, mit Hilfe einer gelben Blutlaugensalzlösung die Reaktion der Kupferkalkbrühe zu ermitteln, rührt von Patrigeon (J. a. pr. **1890**. 401) her.

5. Ob eine hinreichende Menge von Kalk verwendet worden ist, läßt sich auch durch Aufblasen von Atem, d. h. von Kohlensäure, auf die in eine flache Schale gegossene Brühe feststellen. Sofern dabei ein dünnes Häutchen (von kohlensaurem Kalk) auf der Oberfläche entsteht, ist die Brühe alkalisch.

Die Farbenprüfung der Brühe.

Kupferkalkbrühe von richtiger Zusammensetzung besitzt eine reine, himmelblaue Färbung. Abweichungen von dieser Tönung lassen den Schluß auf irgend eine Mangelhaftigkeit zu. Verursacht kann dieselbe sein entweder durch schlechten Kalk, durch Verfälschungen des Kupfervitrioles oder durch Fehler in der Herstellungsweise.

Ist der Überschuß der Kalkmilch zu bedeutend gewesen, so erhält die Mischung einen Stich in das Purpurrote. War das Kupfervitriol in starkem Maße mit Eisenvitriol versetzt, so färbt sich die Brühe schmutzigbräunlich. Besitzen die Lösungen bei der Mischung eine zu hohe Temperatur, was namentlich beim Lösen des Kupfervitrioles mit siedendem Wasser leicht der Fall sein kann, so wird dem Kupferhydroxyd ein Molekül H_2O entzogen, und es zerfällt in CuO sowie H_2O, was das Auftreten einer schwärzlich-grünen Färbung zur Folge hat.

Die Abscheidung des Niederschlages in der Kupferkalkbrühe.

Zu den wesentlichen Eigenschaften der Kupferkalkbrühe gehört es, daß sie nicht mehr eine Lösung, sondern eine Suspension feiner und feinster unlöslicher Bestandteile in Wasser bezw. Kalkwasser bildet, denn hierdurch wird nicht nur die Unschädlichkeit des Bekämpfungsmittels gegenüber der lebenden Pflanze, sondern auch seine Klebkraft bezw. sein Widerstand gegen das Wegspülen durch Regen, Tau, Wind usw. bedingt. Gleichzeitig birgt aber diese Umwandlung den Übelstand in sich, daß die Mischung einige Zeit nach ihrer Zubereitung Nieder-

schlag absetzt. An eine allen Ansprüchen genügende Kupferkalkbrühe muß die Forderung gestellt werden, daß der gebildete Niederschlag äußerst feinflockig ist und sich längere Zeit hindurch in der Schwebe erhält. Weitgehendste Feinflockigkeit und Verlangsamung des Absetzens des gebildeten Niederschlages wird erzielt, wenn sowohl das Kupfervitriol wie der Kalk eine möglichst verdünnte Lösung bilden, d. h. also, je in einer Hälfte des für die Herstellung der Brühe verwendeten Wassers gelöst worden sind. Allerdings haben Warren und Voorhees (27. Jahresber. Neu-Jersey. 231) den Nachweis erbracht, daß das Absetzen des Niederschlages noch etwas langsamer verläuft, wenn in die stark verdünnte Kupfervitriollösung konzentrierte Kalkmilch gegossen wird. Der hierdurch erzielte Vorteil erscheint indessen zu gering, um ihn gegen den Nachteil einzutauschen, welcher darin besteht, daß die Vorschrift für die Herstellung verschwierigt werden muß. Bei ihren Versuchen zeigte sich, daß in einer von Haus aus 22 cm hohen Flüssigkeitssäule einer 1 : 1 : 100-Brühe die Höhe des Niederschlages betrug:

	nach 1 Stunde
beide Lösungen stark konzentriert	5 cm,
verdünnte $CuSO_4$-Lösung, starke Kalkmilch . . .	17,5 „ ,
verdünnte Kalkmilch, starke $CuSO_4$-Lösung . . .	15 „ ,
beide Lösungen möglichst verdünnt	15 „ .

Betrug das Mischungsverhältnis 1 : $^1/_2$: 100, so war es gleichgültig, ob starke Kupfervitriollösung in dünne Kalkmilch oder starke Kalkmilch in schwache $CuSO_4$-Lösung gegossen wurde.

Einen Hauptgrund für die Neigung der Kupferkalkbrühe zum Absetzen bildet die Gegenwart des Gipses in der Mischung. Woods (21. Jahresber. Maine. **1905**. 6) machte deshalb den Vorschlag zur Verwendung einer Kupferkalklösung. Das Verfahren zur Bereitung einer solchen ist folgendes: 6 kg Kupfervitriol in 100 l Wasser auflösen, 50 kg Kalk in 100 l Wasser ablöschen, 50 kg Zucker in 100 l Wasser lösen, Kalkmilch durchseihen und auf je 100 l desselben 167 l der Zuckerlösung zusetzen, während 2–3 Stunden wiederholt durcheinanderrühren, nach dem Absetzen die klare Lösung abziehen und in gut verschlossenem Gefäße aufbewahren; vor dem Gebrauche gleiche Teile Kupfervitriollösung und Zuckerkalklösung sowie 3 Teile Wasser mischen, entstehendes Kupferhydroxyd durch Schütteln oder Rühren in Lösung bringen, erforderlichenfalls noch etwas Zuckerkalklösung zusetzen.

Die Klebekraft der Kupferkalkbrühe.

In engster Beziehung mit der Feinflockigkeit und der geringen Neigung zum Absetzen steht die Klebkraft der Kupferkalkmischung. Mit Rücksicht darauf, daß das Mittel normalerweise zur vorbeugenden Behandlung verwendet wird und deshalb möglichst lange Zeit auf den zu schützenden Pflanzenteilen, ungeachtet der Einwirkungen von Wind und Wetter, haften bleiben muß, spielt die Klebekraft eine große Rolle. Es sind deshalb mannigfache Vorschläge zur Steigerung der Klebekraft gemacht worden. In der Hauptsache bewegen sich dieselben nach

2 Richtungen hin. Einmal handelt es sich dabei um den Einfluß, welchen die Güte und die Menge des Kalkes ausübt und sodann um Zusatzmittel.

Nach den Versuchen von Muth (Bericht Weinbauschule Oppenheim **1903** bis **1910**) ist die Art und Beschaffenheit des zur Brühenbildung verwendeten Kalkes von wesentlichem Einfluß auf die Klebekraft der Brühe. Er erhielt je nachdem eine um 34,5 % auseinanderliegende Haftfähigkeit. Am besten bewährte sich bei ihm ein Dolomitenkalk, weshalb er anrät, in Jahren mit ungünstiger Witterung auf Dolomitenkalk zurückzugreifen. Von einer brauchbaren Marke fordert er eine Feinheit nicht unter 45° Chancel (Abb. S. 54), einen Gehalt an $CaCO_3$, welcher 12 % nicht übersteigt, und weniger als 2 % Sand, sowie vollständiges Durchgehen durch ein Sieb von 0,5 mm Maschenweite. Gontier hält den hydraulischen Kalk für besser geeignet zur Verwendung für die Kupferkalkbrühe als den gewöhnlichen gebrannten Kalk und führt als Grund hierfür an, daß derartige Brühen größere Gleichförmigkeit besitzen und, namentlich bei Regenwetter, besser haften. Für trocknes Wetter empfiehlt er eine

Vorschrift (51): Kupfersulfat . . . . 1,5 kg
Pulver von hydraulischem Kalk, etwa 1,2 „
Wasser . . . . 100 l

Für regnerische Witterung, die

Vorschrift (52): Kupfersulfat . . . . 2 kg
Hydraul. Kalk, etwa . . . . . . 1,8 „
Wasser . . . . 100 l

Urteile über die Brauchbarkeit dieser Brühen liegen bis jetzt nicht vor.

Zahlreich sind die Zusätze, durch welche eine Erhöhung der Klebekraft zu erzielen versucht worden ist. Perraud (J. a. pr. **1898**. II. 814. 1. 229) hat eine größere Anzahl solcher Zusatzmittel (getrocknetes Blut, Eiweißpulver, Klebegummi, Kleister, Dextrin, Wasserglas, Melasse, Tonerdesilikat, Kolophonium) geprüft und gefunden, daß völlig unbrauchbar für den erstrebten Zweck sind Stärkekleister, Dextrin, Eiweiß, getrocknetes Blut, Tonerdesilikat. Einigermaßen brauchbar waren Seife, Wasserglas, Melasse, Klebegummi, Mehlkleister. Am besten aber bewährte sich der Zusatz von Kolophonium bezw. Harzseife: 0,5 kg auf 100 l Brühe. Im übrigen ermittelte er, daß die Brühe an den Weinbeeren weniger fest haftet als an den Blättern, was wohl dadurch zu erklären ist, daß das Wachstum der Beeren stärker als das der Blätter ist und daß dadurch die eingetrocknete Kupferkalkbrühe in kleine, nunmehr vom Winde leicht wegwehbare Stäubchen auseinander getrieben wird. Auch Belle und Fondard (R. V. 32 **1909**. 47) empfehlen den Zusatz von Harzseife, für deren Herstellung sie die folgende Vorschrift geben:

Natriumkarbonat Solvay . . . . 500 g
Harz bezw. Kolophonium . . . . 500 „
Wasser. . . . . 10—15 l

Die Soda in 4—5 l Wasser lösen, zum Sieden bringen, Harz eintragen, bis zur völligen Lösung kochen, Rest des Wassers hinzufügen.

Howe (Circ. 137. Vers. Illinois) hat den Zusatz von etwas Eisenvitriol, **Hiltner** (Pr. Bl. Pfl. **1909**. 17) den von Humuslösung in Vorschlag gebracht. **Condeminal** (R. V. **1900**. 135) will die Klebekraft dadurch erhöht haben, daß er dem Kalk, sobald als derselbe beim Ablöschen zu sieden anfängt, 15—20 g Leinöl auf 100 l Brühe beirührt. Keines dieser Zusatzmittel hat sich indessen bis jetzt einzubürgern vermocht.

Die Schnelligkeit und Sicherheit der fungiziden Wirkung.

Um fungizide Wirkungen ausüben zu können, muß ein Teil des unlöslich gewordenen Kupfersalzes wieder in Lösung gebracht werden. Hierbei spielt die Kohlensäure der Luft eine regelmäßige Rolle. Sie muß zunächst den überschüssigen Kalk neutralisieren, dann erst kann sie Kupfersalz zersetzen. Stark alkalische Brühen können deshalb unter Umständen längere Zeit hindurch unwirksam sein. Dieser Mangel würde naturgemäß dadurch, daß der Brühe eine ganz schwachsaure Reaktion belassen wird, vollkommen beseitigt werden. Für Großbetriebe bleibt es aber doch ratsamer, trotzdem an der schwach alkalischen Reaktion festzuhalten.

Eine Mischung, welche bei gleichem Gehalt an Kupfervitriol die sechsfache Wirkung der nach Vorschrift 50 hergestellten Brühe besitzen soll, hat **Pickering** (11. Ber. Woburn Exp. Fruit Farm 1910. J. Agr. Sc. 3. **1910**. 171) als Woburn-Brühe bezeichnet. Das Wesentliche an ihr ist der Zusatz von **Kalkwasser** kurz bevor die Mischung von Kupfervitriol mit Kalkmilch alkalische Beschaffenheit angenommen hat. Hierbei entsteht die Verbindung $10\,CuO, SO_3$, welche in Wasser unlöslich ist. Durch die Luftkohlensäure wird — bei Abwesenheit anderweitiger Reaktionen — $^1/_{10}$ des vorhandenen Kupfers in lösliches Kupfersulfat übergeführt nach der Umsetzungsformel

$$2\,(10\,CuO,\ SO_3) + 9\,CO_2 = 9\,(2\,CuO,\ CO_2) + 2\,CuSO_4.$$

In der nach Vorschrift 50 hergestellten Kupferkalkbrühe wird das auf diesem Wege gebildete $CuSO_4$ durch den überschüssigen Kalk sofort wieder gebunden. Diese Bindung unterbleibt in der Woburn-Brühe.

Die Stärke der Kupferkalkbrühe.

Obwohl an und für sich die Sporen der Pilze schon unter der Einwirkung sehr dünner Kupfervitriollösung ihre Keimfähigkeit einbüßen, theoretisch genommen also schon ganz schwache Kupferkalkbrühen ihren Zweck erfüllen müßten, so haben doch die Erfahrungen der Praxis gelehrt, daß die Brühen ihre volle Wirksamkeit nur bei einer bestimmten Stärke erlangen. Jahrzehnte hindurch wurde die einprozentige Brühe für vollkommen ausreichend angesehen. In neuerer Zeit sind aber wiederholt Zweifel geltend gemacht worden, ob diese Stärke hinreicht, den Pflanzen ausreichenden Schutz zu gewähren. Andererseits ist auch mit Rücksicht auf die Erhöhung des Preises für Kupfervitriol der Versuch zur Einführung schwächerer Brühen gemacht worden.

Gemmrig (M. W. K. **1904**. 35) hält für das feuchtwarme Klima der österreichischen Küstenlande eine 2prozent. Brühe für unerläßlich, da bei seinen Versuchen die 0,5- und 1prozent. Brühe ungenügende Wirksamkeit entwickelte. Nach **Krömer**, **Braden** u. a. haftet die 2prozent. Brühe besser als 0,5- und

1prozent. Omeis (W. u. W. **1903**. 239) berichtet, daß bei 0,5prozent. die Schutzwirkung bereits nachließ und Dern (W. u. W. **1903**. 485) machte die Wahrnehmung, daß ein mit 1prozent. Brühe gespritzter Weinberg schließlich doch dem Plasmoparapilz zum Opfer fiel, während die mit 2- und 3prozent. Brühe behandelten Reben sich bis zum Vegetationsschluß gesund erhielten.

Portele (W. 33. **1901**. 217. 229) und Gvozdenowitsch (Z. V. Ö. 4. **1901**. 756) kamen demgegenüber zu dem Ergebnis, daß eine 0,25prozent. Kupferkalkbrühe noch Schutz gegen Plasmopara gewährt. Gleichwohl empfiehlt der Erstgenannte nicht unter 0,5 v. H. herunterzugehen. Sehr lehrreich in dieser Beziehung ist auch ein von Zweifler (Ö. L. W. 27. **1901**. 189) ausgeführter Versuch. Genannter spritzte viermal im Verlaufe des Jahres immer am nämlichen Tage eine Anzahl Versuchsreben mit 0,10-, 0,25-, 0,50-, 0,75-, 1- sowie 2prozent. Kupferkalkbrühe und machte dabei die Wahrnehmung, daß nicht nur die Stärke der Blattfärbung, sondern auch der Schutz der Blätter mit dem Gehalt der Brühe an Kupfersalz abnahm. Die mit den Brühen von der Stärke 0,10 und 0,25 % bespritzten Reben verfielen allerdings der Plasmoparainfektion. Im übrigen zeigte es sich aber, daß die 0,5- und 1prozent. Brühen das nämliche leisteten, wie die 2prozent. Brühe.

Die Ergebnisse älterer Versuche sprechen teils für, teils gegen die Verwendung schwacher Brühe. So erhielt Caluwe (De aardappelplaag en de wijze waarop men ze best kan bestrijden. Gent **1892**. S. 30):

	a)	b)
unbehandelt	14455 kg Kartoffeln	15859 kg Kartoffeln
1½prozent. Kupferkalkbrühe . .	19626 „ „	23698 „ „
2 „ „ . .	19150 „ „	20566 „ „
3 „ „ . .	21859 „ „	28961 „ „

Auf diese Ergebnisse gestützt hält er die 3prozent. Kupferkalkbrühe für die wirksamste Konzentration. Zu entgegengesetzten Resultaten kam dahingegen Thienpont (Le traitement de la maladie des pommes de terre. Brüssel **1891**. S. 17). Ihm brachte

	a)	b)	c)
3prozent. Kupferkalkbrühe	10857 kg	12771 kg	12149 kg Kartoffeln
1 „ „	14766 „	14182 „	15463 „ „

Alle diese Versuchsergebnisse deuten darauf hin, daß die Kupferkalkbrühe neben den fungiziden auch noch andere Leistungen gegenüber der Pflanze verrichtet.

Als Beleg dafür, daß stärkere Brühen nicht unbedingt stärkere Erfolge aufweisen müssen, sei auch noch ein Versuch von Kirchner (Z. f. Pfl. **1908**. 66) aus dem Jahre 1905 angeführt, welcher mit nachstehendem Ernteergebnis abschloß:

Unbehandelt	100 Ertragseinheiten
0,5 v. H. Kupferkalkbrühe	112,1 „
1 „ „ „	121,1 „
2 „ „ „	115,4 „
3 „ „ „	109,9 „

Eine sachgemäße Beantwortung der Frage nach der zweckentsprechenden Stärke der Kupferkalkbrühe wird jedenfalls erst erfolgen können, wenn hinlängliche Klarheit über die Wirkungsweise des Mittels geschaffen worden ist. Bis dahin bleibt festzuhalten, daß jüngeres Laub mit schwächeren, älteres dagegen mit stärkeren Brühen behandelt werden darf und daß im allgemeinen die Stärke 1—2 v. H. den Vorzug verdient.

Herstellung von Kupferkalkbrühe auf Vorrat. Haltbarmachung der Brühe.

Weder die Herstellung von spritzfertiger Kupferkalkbrühe auf Vorrat, noch die Bereithaltung von konzentrierter Kupfervitriollösnng und Kalkmilch, noch die Zubereitung konzentrierter Kupferkalkbrühe und nachträgliche Verdünnung derselben sind zulässig, weil in jedem einzelnen Falle die mechanische Beschaffenheit der Brühe erheblich leidet. Die höchsten Leistungen des Mittels sind nur bei frischer Zubereitung und Mischung der Kupfervitriollösung mit Kalkmilch zu erzielen.

In der Praxis ereignet es sich zuweilen, daß ein Teil der angefertigten Kupferkalkbrühe nicht verspritzt werden kann. Für derartige Fälle, aber auch nur für solche, ist die Haltbarmachung des verbleibenden Restes nach dem Verfahren von Kelhofer (Int. phyt. Dienst **1908**. 71) zu empfehlen. Letzteres besteht in dem Zusatz von 50 g Zucker auf 100 l Kupferkalkbrühe. Von verschiedenen Seiten, so auch von Kulisch (Bericht Kolmar **1909**. **1910**. S. 44) ist die Brauchbarkeit dieses Verfahrens bestätigt worden.

Fertige Mischungen zur Herstellung von Kupferkalkbrühe.

Obgleich die Zubereitung einer Kupferkalkbrühe eine verhältnismäßig einfache Maßnahme bildet, so ist sie für Manchen doch noch mit soviel Umständen verknüpft, daß die Technik verursacht hat, eine Vereinfachung des Verfahrens durch die Bereitstellung von Pulvern herbeizuführen, welche nur einfach in Wasser eingerührt zu werden brauchen. Keines dieser Präparate hat sich zu halten vermocht. Aus mehreren Gründen. Zunächst erfahren die Unkosten durch Verwendung derartiger Pulver eine erhebliche Steigerung. Sodann bildet die Unsicherheit über den Gehalt der Pulver an wirksamer Substanz einen Übelstand. Weiter ist die Haltbarkeit solcher Pulver von kurzer Dauer, und endlich sind die aus ihnen hergestellten Brühen minderwertig. Namentlich ihre mechanischen Eigenschaften pflegen derartig zu sein, daß mangelhafte Klebkraft und Spritzenverstopfung nichts Ungewöhnliches sind. Vollkommen verfehlt ist ein von Galloway (J. M. 7. 12) gelegentlich benutztes Verfahren, bei welchem der Niederschlag der Kupferkalkbrühe getrocknet, vermahlen und schließlich bei Bedarf wieder mit Wasser angerührt wird.

Die Wirkungsweise der Kupferkalkbrühe.

Die Wirkungsweise der Kupferkalkbrühe ist gegenwärtig noch Gegenstand von Erörterungen, welche in ihren Grundanschauungen recht weit auseinandergehen. Zweckmäßigerweise wird bei den Klärungsversuchen auseinandergehalten die rein germizide und die tonische Wirkung der Brühe. Erstere, darüber kann kein Zweifel bestehen, kann nur eintreten, nachdem kleinere oder größere Mengen

des auf den Pflanzenteilen klebenden unlöslichen Kupfersalzes in die lösliche Form übergeführt worden sind. Aber bereits bei Erörterung der Frage, welcher Art das Lösungsmittel ist, haben sich erhebliche Meinungsverschiedenheiten ergeben. Die vorherrschende Ansicht geht dahin, daß die in der Luft und im Regenwasser enthaltene Kohlensäure die Überführung des unlöslichen Kupferhydroxydes in neutrales und schließlich in das lösliche basische Kupferkarbonat übernimmt.

$$Cu(OH)_2 + CO_2 = CuCO_3 + H_2O$$
$$CuCO_3 + H_2O + CO_2 = CuH_2(CO_3)_2$$

Demgegenüber hat Aderhold (Jb. a. Bot. **1903**. 12) die Vermutung ausgesprochen, daß sowohl der grüne Pflanzenteil wie auch die Pilzspore bezw. deren Keimschlauch Stoffe abscheiden, welche die Lösung des Kupferhydroxydes übernehmen. Auch Schander (L. J. **1904**. 517) nimmt an, daß neben dem Regen und Tau die Absonderung der keimenden Spore wie auch die der Pflanze (z. B. bei Phaseolus, Onagraceen, Drüsenhaare der Pfirsiche) als Lösungsmittel fungieren. Im letzteren Falle kommen aber nicht nur saure, sondern auch alkalische Ausscheidungen in Frage. Und bekanntlich ist das Kupferhydroxyd auch in einem Überschuß von Alkalien löslich. Ewert hält gleichfalls dafür, daß Blattabscheidungen an der Lösung beteiligt sind. Auf der anderen Seite wies Ruhland (A. B. A. **1904**. 157) gegenüber Schander darauf hin, daß überzeugende Beweise für eine Abscheidung kupfersalzlösender Stoffe durch die Blätter oder Pilzsporen nicht vorliegen. Gleichzeitig zeigte er, daß gesunde, unverletzte Pflanzengewebe in einer wäßrigen Lösung Apfelsäure sowie Kali abgeben. Ein Lösungsvermögen für basische Kupferverbindungen soll den letzteren aber nicht zukommen. Wenn trotzdem an gekupferten, in Wasser untergetauchten Blättern eine Lösung von Kupferhydroxyd erfolgt, so führt er diese Erscheinung auf die durch intramolekulare Atmung abgeschiedene Kohlensäure zurück. Nach Ruhland bringen die den Keimungsvorgang einleitenden Stoffwandlungsprodukte der Pilzsporen kleine Mengen Kupfer in Lösung, während Blattexkrete für den gleichen Zweck nicht in Frage kommen.

So recht überzeugend ist keiner der letztgenannten Deutungsversuche. Allgemein als Lösungsmittel tritt jedenfalls nur die Kohlensäure in Tätigkeit. Die Exkrete der keimenden Pilzsporen erscheinen als viel zu schwach, um Zersetzungen hervorrufen zu können.

Von Rumm (s. w. unten) war die Vermutung ausgesprochen worden, daß von dem Kupferhydroxyd eine Fernwirkung ausgeübt wird, als deren Ergebnis das Unterbleiben der Pilzauskeimung anzusehen sein sollte. Diese Erklärung läßt sich jedoch nicht aufrecht erhalten, denn Ruhland (a. a. O.) vermochte zu zeigen, daß die auf der einen Seite eines Fließpapieres befindlichen Pilzsporen auch dann auskeimen, wenn die andere Seite des Papieres mit $Cu(OH)_2$ überstrichen worden ist.

Eine zweite Richtung sucht die Erklärung für die Wirkung der Kupferkalkbrühe in ihren tonischen Leistungen. Wohl als erster hat Rumm (Ber. d. deutschen botanischen Gesellschaft **1893**. Bd. 11. Heft 2. S. 79–93) die

Vermutung ausgesprochen worden, daß die Wirksamkeit der Kupferkalkbrühe nicht lediglich auf der direkten Beeinflussung des betreffenden Pilzes, sondern zugleich auch auf einer Reizung des gesamten Pflanzenorganismus beruht. Diese letztgenannte Wirkung äußert sich nach ihm in einer Anreicherung der Blattgewebe mit Chlorophyll. Dabei tritt Kupfer aber nicht in die Blätter ein, denn er vermochte auf spektroskopischem Wege in den bespritzten Blättern Kupfer nicht nachzuweisen, es übt vielmehr — so folgert Rumm — lediglich einen zu vermehrter Chlorophyllbildung führenden „chemotaktischen" Reiz aus. In einer späteren Arbeit ist Rumm (Ber. d. deutsch. bot. Ges. **1895**. Bd. 13. S. 189—192) noch einen Schritt weiter gegangen, indem er daselbst die Überzeugung ausspricht, daß auf die direkte Beeinflussung der Pflanze durch die Kupferkalkbrühe das Hauptgewicht zu legen ist, namentlich soll durch die Bespritzung mit Kupferpräparaten die Pflanze widerstandsfähiger gegen die Angriffe der Pilze werden.

Auch Frank und Krüger (A. D. L. G. Nr. 2) schreiben die Steigerung des Chlorophyllgehaltes der mit Kupferkalkbrühe bespritzten Kartoffelblätter einem von dem Kupfersalz ausgeübten Reiz zu und erblickten in der Chlorophyllhäufung den Ausdruck gesteigerter Assimilationstätigkeit. Aderhold (C. B. P. II. **1899**. 217) führte das kräftige Ergrünen der Blätter auf das im Kupfervitriol fast immer als Verunreinigung vorhandene Eisenvitriol zurück, hat aber später diese Erklärung zurückgezogen. Nach ihm versuchte Schander (L. J. **1904**. 517) den Vorgang dahin zu erklären, daß die Kupferkalkbrühe bei trocknem, sonnigem Wetter durch ihre Beschattung günstig, bei feuchtem und trübem Wetter aber nachteilig wirkt. Schließlich hat aber Ewert (L. J. **1905**. 233) nachgewiesen, daß mit der Chlorophyllanhäufung keine Assimilationssteigerung, sondern vielmehr eine Hemmung der assimilatorischen Tätigkeit Hand in Hand geht. Er erbrachte den Nachweis, daß die Anfüllung der Blattzellen eine Folge von mangelhafter Stärkeableitung bildet, deren Ursache in den ungünstigen Einwirkungen der Kupfersalze auf die Diastase zu suchen ist. Dementsprechend empfiehlt er auch nur Kupferkalkbrühen von 0,5% Stärke und neutraler Reaktion zu verwenden.

Endlich ist noch eines Deutungsversuches von Clinton (Jb. Connecticut **1911**. S. 739) zu gedenken, welcher in dem Niederschlag ein Mittel zur Verstopfung von Spaltöffnungen und damit zur Herabsetzung der Transpiration erblickt. Nach ihm erklärt sich hierdurch, weshalb 2 v. H. Kupferkalkbrühe besser wie 1 v. H. und 0,5 v. H. wirkt.

Die nachteiligen Wirkungen der Kupferkalkbrühe.

Nachteilige Wirkungen der Kupferkalkbrühe können entstehen:

1. durch direkte Beschädigung der Pflanze,
2. durch Vergiftung des Bodens und
3. durch Vergiftung der Menschen oder Tiere beim Genusse der mit Kupferkalkbrühe bespritzten Pflanzenteile.

Beschädigung der mit der Brühe in Berührung gelangenden Blätter und Früchte sind namentlich häufig bei Obstbäumen beobachtet worden und bestehen hier gewöhnlich in der Bildung von Brandflecken auf dem Laube, sowie in dem Auftreten rostiger Überzüge auf den Früchten. Unter den älteren Autoren nahm

Aderhold (Jb. a. Bot. **1903**. 12) an, daß kleine Mengen von Kupfersalzlösung in die Blatt- bezw. Fruchtgewebe eindringen und hier das Zellplasma töten. Je nach der Menge der eingedrungenen Lösung und nach der Empfindlichkeit der Pflanze sollte die Schädigung größer oder kleiner sein. Eine ausschlaggebende Rolle schrieb er dabei der von der Witterung, der Düngung und sonstigen Einflüssen bestimmten Dicke der Cuticula zu. Schander (M. W. K. **1913**. 118) gibt zwar zu, daß schon sehr geringe Mengen Kupfersalz bei ihrem Eintritt in die Blattzellen den Tod derselben hervorrufen, hält aber andererseits das Eindringen von Cu in die Blattgewebszellen überhaupt für ausgeschlossen. Bain (Bull. Nr. 2. Bd. 14. Tennessee) führt die Schädigungen ebenso wie Aderhold auf den Eintritt von Kupfersalz in die Blattzellen zurück. Solange es sich hierbei um sehr kleine Mengen handelt, soll gesteigerte Chlorophyllproduktion und Assimilation stattfinden, bei zu weit getriebener Steigerung dieser Tätigkeit aber schließlich Schädigung eintreten. Die Dicke der Cuticula spielt nach ihm bei der Aufnahme des Kupfersalzes eine Rolle. Junge Blätter sind permeabeler als alte.

An der Lösung der Frage nach den Ursachen für die Beschädigung grüner Pflanzenteile durch die Kupferkalkbrühe hat sich weiter auch Hendrick (Bull. 287. Geneva, N.-Y. 107) beteiligt. Nach ihm hängt der Beschädigungsgrad ab 1. von der spezifischen Empfänglichkeit der Pflanze, 2. von dem Lösungsvermögen des Zellsaftes gegenüber dem Kupferhydroxyd, 3. von der Durchlässigkeit der Epidermis. In Schadenfällen wird der wachsige Überzug der Epidermis und die eigentliche Cuticula größtenteils zerstört. Von den den Wundstellen benachbarten Zellschichten wird Wundkork erzeugt, und dieser ist es, welcher bei den Früchten der Apfelbäume die rostroten Überzüge liefert. Sofern eine gegebene Kupferkalkbrühe an einer gegebenen Pflanze Brandflecken hervorruft, findet bei regnerischer Witterung eine Steigerung der Schädigung statt. Eine Brühe von

$$Cu : Ca : H_2O = 1 \text{ kg} : 1 \text{ kg} : 100 \text{ l}$$

lieferte vergleichsweise

bei trockener Witterung verspritzt . . .	6,8 %	Rostflecken
„ regnerischer „ „ . . .	22,0 %	„

Mit der Steigerung des Kupfer- und Kalkgehaltes der Brühe nimmt auch die Höhe der Schädigung zu. Je mehr Kalk die Brühe im Verhältnis zum Kupfer enthält, um so geringer werden die Verbrennungen, ohne aber ganz auszubleiben.

Ob die Kupferkalkbrühe Schädigungen hervorruft oder nicht, hängt, wie Kirchner (Z. f. Pfl. **1908**. 66) behauptet, in der Hauptsache von der Stärke der Belichtung ab, welche nach erfolgter Bespritzung vorhanden ist. Während der peronosporafreien Jahre 1904, 1905 und 1907 erhielt er je nachdem Mehr- und auch Mindererträge von der Kupferung der Kartoffelpflanzen. Besonders groß waren die Beschädigungen, welche in den sonnenarmen Jahren 1907 durch eine viermalige Bespritzung mit Kupferkalkbrühe (20. und 31. Juli, 31. August, 24. September) hervorgerufen wurden. Andererseits kann aber auch der Fall eintreten, daß bei zu starker Besonnung die Decke von Kupferkalk als Schutzmittel wirkt. In dieser Beziehung bekunden die verschiedenen Kartoffelsorten

offenbar ein abweichendes Verhalten. Gegenüber dieser Unzuverlässigkeit in der Einwirkung der Kupferkalkbrühe auf die Pflanzen ist es von Interesse, daß sowohl Morse wie Stewart (s. w. u.) niemals Mindererträge durch das Spritzen erhalten haben.

Weiter beschäftigte sich Crandall (Bull. 135. Vers. Illinois. 201) mit der vorliegenden Frage. Während im Laboratorium der Kupfersalzniederschlag unlöslich bleibt, findet nach dem Genannten im Freien, selbst in Gegenwart eines Kalküberschusses unter dem Einflusse der Atmosphärilien beständig eine Lösung von Kupfersalz statt, welches nicht durch toxische Fernwirkung, wie Rumm annimmt, sondern durch Eindringen in die Blattzellen und unmittelbare Berührung mit dem Protoplasma seine Giftwirkung ausübt. Bei der Entstehung von Blattverbrennungen spielt der Tau und Regen eine Rolle, denn Bäume, welche vor dem Zutritt von Regen und Tau geschützt werden, erleiden keine Blattverbrennungen. Die Kalkmilch für sich allein auf die Blätter gebracht, ist nicht nur unschädlich, sondern geradezu nützlich, woraus Crandall den Schluß zieht, daß allein das Kupfer die Blattverbrennungen verursacht. Besonders leicht entstehen Beschädigungen, wenn die Lösung des Kupfersalzes Gelegenheit findet, auf Wunden in das Zellgewebe einzudringen.

Groth (Bull. 232. Neu-Jersey **1910**) zieht aus seinen Untersuchungen den Schluß, daß die Beschädigungen durch den Kupferanteil hervorgerufen werden, daß es aber der Bedeckung der Blätter mit Wasser, hoher Luftfeuchtigkeit und starker Beschattung bedarf, um Vergiftungserscheinungen hervorzubringen. Bei kräftiger Beschattung soll die Pflanze durch den Atmungsprozeß mehr CO_2 verlieren als sie durch die Assimilation aufnimmt. Die abgeschiedene CO_2 wird von der feuchten Blattoberfläche gebunden und zur Lösung von Kupfersalz verwendet. Durch die Wasserspalten und Stomata dringt die Kupferlösung in das Blattinnere. Hiernach würde bei gehemmter Transpiration und lebhafter Respiration die günstigste Gelegenheit zum Eindringen von Kupferlösung in das Zellgewebe gegeben sein.

Endlich ermittelte Muth (Bericht Weinbauschule Oppenheim **1903—1910**), daß bei starkem Lichtgenuß und trockenem Boden die Kupferkalkbrühe günstig wirkte, bei Lichtmangel und bei feuchtem Boden aber Minderleistungen der Pflanze hervorrief. Im letzteren Falle selbst dann, wenn reichliche Lichtmengen zur Verfügung standen. Herbstliche Kupferungen der Reben will deshalb Muth auch nur für den Fall vorgenommen wissen, daß anhaltend schönes Wetter zur Verfügung steht.

Aus allen diesen Erklärungsversuchen ergibt sich, daß die Frage nach den Ursachen der Beschädigungen durch die Kupferkalkbrühe auch gegenwärtig noch nicht als in befriedigender Weise gelöst gelten kann. Die Fernwirkungstheorie von Rumm muß für abgetan gelten. Im übrigen kann kaum noch ein Zweifel bestehen, daß die Stärke der Belichtung und die individuelle Empfänglichkeit der Pflanze bei der Schadenbildung beteiligt sind. Um zu einem abschließenden Urteil zu gelangen, wird es vorerst nötig sein, durch exakte Versuche zu ermitteln, auf welche Weise die vom Tau oder dem Regen oder sonst auf eine

Weise gelösten Kupferverbindungen in die Blattgewebszellen eindringen, und ob das Plasma wirklich schon durch die kleinsten Mengen Kupfersalz getötet wird oder nicht vielleicht doch zunächst, wie Bain annimmt, zu erhöhter Chlorophyllbildung angereizt und erst unter der Einwirkung gesteigerter Mengen getötet wird. Erst nach Beantwortung dieser Vorfrage wird es möglich sein, weiter in die Hauptfrage einzudringen.

Einstweilen sind folgende Vorsichtsmaßregeln zu beobachten:

1. Die einzelnen Obstsorten sind gegen die Wirkungen der Kupferkalkbrühe in verschiedenem Maße empfindlich, weshalb das spezielle Verhalten jeder Apfelsorte besonders ermittelt werden muß. Alsdann sind empfindliche Sorten nur mit schwachen Brühen (0,5—0,75%) zu behandeln. Das Gleiche gilt von den Kartoffelsorten.

2. Die Bespritzung darf nur in Form eines allerfeinsten Nebels erfolgen und so, daß ein Zusammenlaufen und Abtropfen der Brühe nicht stattfindet.

3. Die Brühe muß frisch zubereitet sein.

4. Es darf nur Kalk von äußerster Güte und frischer Brennung verwendet werden.

5. Die Brühe muß einen mäßigen Überschuß von Kalk aufweisen, weil andernfalls die Gefahr der Löslichwerdung von Kupferhydroxyd in größerem Umfange besteht.

Die Vergiftungen des Bodens.

Die Kupferkalkbrühe wird schließlich von der Pflanze auf den Boden hinab und in diesen hineingespült. Wiederholt wurde deshalb die Frage erörtert, ob dort, wo eine regelmäßige Bespritzung der Pflanzen mit Kupfermitteln durchgeführt wird, nicht nach Ablauf einer bestimmten Zeit die Menge des in den Boden gelangten Kupfers schädlich auf die Pflanze einwirken muß. In Weinbergen sowie Obstanlagen sind solche Möglichkeiten gegeben. Das in den Boden gelangte Kupfer kann entweder die Tätigkeit der Bakterien nachteilig beeinflussen oder Vergiftungen der Saugwürzelchen herbeiführen. Beide Befürchtungen scheinen jedoch unbegründet zu sein, wenn hier und da auch entgegenstehende Meinungen zum Ausdruck gebracht werden. Nach Taft (Agricult. Science **1892**. 6. 220) wird die Produktionskraft eines Bodens solange als dessen Gehalt an Kupfervitriol sich unter 1% bewegt, nicht geschädigt. In dieser allgemeinen Fassung dürfte diese Angabe aber kaum für alle Böden Geltung haben. Für saure und kalkhungrige Böden ist seine Richtigkeit direkt anzuzweifeln. Dahingegen dürfte in Böden mit hinlänglichen Mengen von kohlensaurem Kalke das in dieselben eingedrungene Kupfer schwerlösliche Formen behalten. Girard (Répert. de Pharmacie **1895**. 304) erzielte bei einer Zuführung von 1500 kg Kupfer auf den Hektar annähernd ebensoviel Roggen, Hafer, Klee, Kartoffel und Rüben, wie auf gewöhnlichem Ackerboden. Unter der Annahme, daß in einem Weinberge alljährlich 4 Bespritzungen mit 1% Kupferkalkbrühe und jedesmal 500 l auf den Hektar vorgenommen werden, beträgt die in einem Jahre dem Boden zugeführte Menge Kupfervitriol 20 kg auf 1 ha und die Kupfermenge etwa 10 kg. Unter der weiteren Annahme, daß diese sich über eine Bodenschicht von 10 cm Mächtigkeit ver-

teilen, würden 10000 qm $\times$ 0,1 m = 1000 cbm = 1 Million cdm = 2 Millionen Kilogramm Erde mit 10 kg Kupfer oder 1 kg Erde mit 0,000005 kg Kupfer angereichert werden. Nach Ablauf einer 150 Jahre lang durchgeführten Bespritzung der Weinberge würde somit der Eintritt von Schädigungen zu erwarten sein. Dementsprechend kommt auch Prandi (St. sp. **1907**. 531) an der Hand seiner Untersuchung von Weinbergsböden zu dem Ergebnis, daß die fortgesetzte Kupferung schließlich doch einmal zu einer Vergiftung des Bodens, d. h. seiner Kleinlebewesen führen kann. Die Bemühungen zur Auffindung eines geeigneten Ersatzmittels für das Kupfervitriol verdienten deshalb einige Beachtung.

Vergiftungen von Menschen und Nutztieren durch die Kupferkalkbrühe.

Je nach den Witterungsverhältnissen (Zahl und Schwere der Regenfälle sowie des Taues) verbleibt ein größerer oder geringerer Teil, unter Umständen aber auch nicht der kleinste Rest der aufgespritzten Kupferkalkbrühe auf den behandelten Pflanzenteilen. Der Genuß zurückgebliebener Kupfersalzreste kann naturgemäß Magenvergiftungen hervorrufen. Im allgemeinen sind aber solche nicht zu befürchten, wenn die Vorsicht gebraucht wird, mit den Spritzungen mindestens 4 Wochen vor der Einerntung der betreffenden Pflanzenteile, Blätter, Früchte usw. aufzuhören.

Passerini (Atti della R. Accad. dei Georgofili **1894**. B. C. **1895**. 636) berichtet, daß Seidenraupen zugrunde gehen, wenn sie mit Maulbeerblättern gefüttert werden, welche 14 Tage vor dem Abnehmen mit Kupferkalkbrühe bespritzt worden sind. Auch das Herniedergehen von starken Regenfällen vermochte hieran nichts zu ändern, ein Beweis übrigens für die gute Klebekraft der betreffenden Brühe.

Von besonderem Interesse ist die Frage, ob der Genuß von Trauben gekupferter Rebstöcke sowie von Wein aus gekupferten Trauben Anlaß zu Bedenken gibt. Bei Beachtung der eben erwähnten Beschränkungen bedarf es im allgemeinen solcher Bedenken nicht. Millardet (J. a. pr. **1895**. II. 732) ermittelte folgende Kupfermengen bei Rebstöcken, welche mit Kupferbrühe behandelt worden waren.

In 1 kg Blätter	24,9—95,5	mg Cu
„ 1 „ verholzte Rebteile	5,8	„ „
„ 1 „ Beeren	15,0—18,6	„ „
„ 1 „ Trester	11,1—29,9	„ „
„ 1 l Most	1,0—2,2	„ „
„ 1 l Wein	weniger als 0,1	„ „

Gänzlich unbedenklich ist jedenfalls der Kupfergehalt des Weines, während die Kupfermengen, welche den Trauben noch anhafteten, deren Verwendung zu Genußzwecken ausschließen. Zu berücksichtigen bleibt hierbei, daß Millardet sehr starke Kupferbrühen anwendete. Slyke (Geneva, N.-Y. **1891**. 401) hält Vergiftungen durch das Essen von gekupferten Trauben für ausgeschlossen, nachdem er an solchen Trauben nur so kleine Mengen von Kupfersulfat vorfand, wie sie die Ärzte als Tonicum und Nervinum verabreichen.

Gautier (Farmers Bulletin 7) ermittelte in 1 kg gespritzter Weinbeeren nur 35—70 mg Cu, während in 1 kg grüner Büchsenerbsen 11—125 mg

Kupfer gefunden wurden. Gänzlich unbedenklich ist der Genuß von Kartoffelknollen, welche an gekupferten Stauden gewachsen sind. Petermann (Bull. 50 Gembloux 1) hat wiederholt derartige Knollen untersucht und, wie von vornherein zu erwarten war, vollkommen frei von Kupfer gefunden.

1 kg Blätter von unbespritzten Teebäumen enthält nach Untersuchungen von Annett und Subodh (Journ. Agric. Sc. **1910**. 314) 12 mg Cu, 1 kg bespritzte Blätter 68 mg. Ein aus 36 g bespritzter Blätter und 2 l Wasser hergestellter Tee enthielt 0,2 mg Cu.

Die Giftwirkung der mit Kupferkalk behandelten Früchte für den Menschen werden sehr ausführlich von Fairchild (Bull. 6. D. V. P.) behandelt.

Im allgemeinen ist die mit dem Futter in den Tiermagen gelangende Kupferkalkbrühe unschädlich. Thienpont berichtete von Versuchen Vialas, Rabaudts und Zacharewitschs, aus denen hervorgeht, daß eine 21 tägige Verfütterung von Heu, welche stark mit 2 bis 3 prozent. Kupfervitriollösung bespritzt worden war, keinerlei Abnormitäten bei Schafen hervorrief. Th. Schmidt (Österr. Zeitschr. f. Wiss. Veterinärkunde Bd. 6. **1894**. H. 4) hält Weinlaub, sofern dasselbe nicht mit einer stärkeren als einer 2 prozent. Kupferkalkbrühe bespritzt worden ist, und sofern die Bespritzung nicht unmittelbar vor dem Verfüttern stattgefunden hat, für unschädlich.

Sonstige Schädigungen der Kupferkalkbrühe.

Inwieweit die klare Flüssigkeit, welche über dem zu Boden gegangenen Niederschlage steht, pflanzengiftige Eigenschaften besitzt, wurde von Dandeno (Michigan Acad. Science. 11. Ber. S. 30) untersucht. Keimlinge von Erbse, Mais und Lupine ertrugen eine $^1/_{32}$ Kupferkaltbrühe von der Zusammensetzung 1202 g Kupfervitriol, 961 g Kalk und 100 l Wasser (5 Pfd., 4 Pfd., 50 Gallonen) ohne Schädigung. In frisch bereitetem Zustande war die Kupferkalkbrühe 16 mal weniger giftig als nach einmonatlichem längerem Stehen. Maiskeimlinge wuchsen in Brühenwasser von $^1/_4$ Stärke, was sie in einer $^1/_8$ Verdünnung nicht taten. Erklärt wird dieses auffallende Verhalten damit, daß die stärkere Verdünnung eine schnellere Zersetzung der Brühe bewirkt. Wurden eine auf 1:256 verdünnte und eine normalstarke Kupferkalkbrühe einen Monat lang sich selbst überlassen, und alsdann die normalstarke Brühe ebenfalls bis auf 1:256 verdünnt, so hielten Lupinenkeimlinge eine viermal stärkere Konzentration von der nachträglichen Verdünnung aus. Alles deutet darauf hin, daß die Kupferkalkbrühe um so mehr pflanzenschädliche Eigenschaften erlangt, je älter sie ist. Angesichts dieser Tatsache muß es bis auf weiteres einigermaßen fraglich erscheinen, ob die von Kelhofer empfohlene Konservierung der Kupferkalkbrühe vermittels Zucker unter allen Umständen eine zweckdienliche Maßnahme bildet.

Jacky (Zeitschr. f. Pfl. 11. **1901**. 212) machte die Wahrnehmung, daß die mit Kalkbrühe bespritzten Obstbäume in der Nähe von Bienenstöcken von der Biene nicht beflogen werden. An die Brühe gehen die Bienen nicht heran, auch dann nicht, wenn dieselbe etwa gezuckert ist.

Hier und da kommt die Verwendung von Seewasser bei der Herstellung von Kupferkalkbrühe in Frage. Wie Gvozdenowitsch (Z. V. Ö. 4. **1901**. 553)

zeigte, erweist sich aber die mit Seewasser bereitete Brühe als schädlich für den Weinstock, namentlich infolge ihres Chlormagnesiumgehaltes. Die beim Austrocknen gebildeten Kristalle von $MgCl_2$ sind sehr hygroskopisch, ziehen also Wasser an und liefern starke Lösungen, welche nach Gvodzdenowitsch durch die Epidermis hindurch in die Blattzellen eindringen.

Gekupferte Trauben sollen nicht jenen Grad der Überreife erlangen, welcher zur Erzeugung sehr feiner Weine erforderlich ist, da die Kupferbrühen auch die Entwicklung des Pilzes der Edelfäule (Botrytis cinerea) zurückhalten. Clipsey J. a. pr. **1890**. Nr. 45), welcher diese Beobachtung gemacht hat, rät deshalb bei guten Rebsorten die Bespritzung nicht zu weit in den Sommer hinein auszudehnen.

Verwendungsweise der Kupferkalkbrühe im allgemeinen.

In der Hauptsache wird die Kupferkalkbrühe als Fungizid, nebenher auch noch als insektentötendes und insektenabschreckendes Mittel in Gebrauch genommen. Die Form der Verwendung ist entweder als Spritzflüssigkeit oder als Beize. Bei der Bespritzung muß verschiedenes beachtet werden. Um die Brühe während der Spritzarbeit immer bei gleichmäßiger Beschaffenheit zu erhalten, ist entweder die Anbringung einer Rührvorrichtung an der Spritze oder wiederholtes Schütteln der letzteren erforderlich. Jedes dicke Überkleistern des Laubes mit Brühe ist von Nachteil. Ein richtig bespritztes Blatt weist in gleichmäßiger Verteilung eine Unzahl getrennter stecknadelstichkleiner Brühenflecken auf, zwischen denen sich etwa ebensoviel unbespritzte Blattfläche befindet, wie die bespritzte ausmacht. Am sichersten wird dieser Forderung Genüge geleistet durch hohen Spritzendruck, eine Streudüse mit kegelförmigem Auswurf der Brühe und durch eine (dem Anfänger gewöhnlich viel zu flüchtig erscheinende) Überbrausung der Pflanzen ohne jeden Aufenthalt. Bei trockner Witterung treten die blaßblauen Stippchen der Brühe sehr bald deutlich in die Erscheinung. Dort, wo die Bedeckung mangelhaft erscheint, ist durch eine zweite Bespritzung nachzubessern. Sobald als der Regen, der Tau oder der Wind einen nennenswerten Teil der eingetrockneten Brühe von den Blättern wieder fortgeführt hat oder der Nachwuchs an jungen ungeschützten Blättern ein erheblicher geworden ist, muß eine Erneuerung der Bespritzung stattfinden. Bei lichtstarker Witterung darf ein größerer Teil der Blattfläche mit Kupferkalk bedeckt werden, als beim Vorherrschen trüber Tage.

Obwohl auch einige Forscher für die kurative Verwendung der Kupferkalkbrühe eingetreten sind (z. B. Petermann, Bull. 50. Gembloux), so kann doch als feststehende Tatsache angesehen werden, daß die höchstmöglichen Leistungen des Mittels nur bei vorbeugender Anwendung zu erzielen sind.

Girard (Annales Agronomiques. Bd. 16. **1890**. 241) spritzte verschiedene Sorten nach dem präventiven und nach dem kurativen Verfahren. Dabei betrug die Menge der an Phytophthora erkrankten Knollen:

	unbespritzt	präventiv	unbespritzt	kurativ
Richters Imperator . .	0,2 %	0,0 %	2,9 %	2,6 %
Helle Rose	3,6 „	0,0 „	3,4 „	3,1 „
Jeury	9,1 „	0,4 „	13,1 „	6,0 „
Rothäutige	0,1 „	0,0 „	12,0 „	7,0 „

Ganz ähnliche Erfahrungen machte Rossel (Landw. Mitt. Behandl. der Reben gegen d. falschen Mehltau, S. 114) mit Plasmopara am Weinstock. Im Moste von befallenen Stöcken fanden sich vor:

unbespritzt	6,5—11,9 % Zucker
nach Ausbruch der Krankheit bespritzt . .	13,4—13,9 „ „
vor „ „ „ „ . .	14,2—16,6 „ „

Die für eine zweckentsprechende Bedeckung des Laubes mit Kupferkalkbrühe erforderliche Menge von Spritzflüssigkeit ist eine überaus schwankende, von Art und Alter der Pflanze abhängige. Für 1 ha Weinreben werden gewöhnlich zwischen 700—1000 l verbraucht. Etwas geringer, etwa 600—800 l ist der Bedarf für 1 ha Kartoffeln. Bei Obstbäumen läßt sich, da deren Größe und Belaubung überaus verschieden ist, nicht einmal in allgemeinen Umrissen eine brauchbare Zahlenangabe machen.

Als Beize wurde die Kupfervitriolkalkbrühe von Frank für Saatkartoffeln und von Tubeuf für Saatgetreide (Tilletia, Ustilago) empfohlen. Weder das eine noch das andere Verfahren hat sich aber in der Praxis einzuführen vermocht.

Die Verwendung der Kupferkalkbrühe im besonderen.

Als Insektizid.

Insektizide Eigenschaften entwickelt die Kupferkalkbrühe nur in bescheidenem Umfange. Dieselben mögen zum Teil auf dem veränderten Aussehen beruhen, welches die aufgespritzte, eingetrocknete Kupferkalkbrühe den Pflanzen gibt. Zum Teil kommt auch eine Magenvergiftung durch das Kupfersalz in Frage. Endlich wäre es auch denkbar, daß der überschüssige Kalk durch seine neutralisierende Wirkung Störungen in den Verdauungsorganen der Insekten hervorruft.

Feytaud (R. V. Bd. 31. **1909**. 92) ermittelte, daß einer 2prozent. Kupferkalkbrühe 35 % Heu- und Sauerwürmer (Conchylis) zum Opfer fielen. Parker Bull. Nr. 82. B. E.) machte die Wahrnehmung, daß junge Hopfenpflanzen durch eine Brühe aus 600 g $CuSO_4$ und 2400 g CaO vor dem Erdflohbefalle geschützt wurden. Nach Sonnino (A. m. **1892**. 51) soll die Kupferkalkbrühe von guter Wirkung gegen die Flohreule (Hyponomeuta) sein, indem deren Räupchen nach dem Bespritzen mit der Brühe aus ihren Nestern hervorkriechen, sich an einem Faden herablassen und in dieser frei herabhängenden Stellung verbleiben. Es wird nicht mitgeteilt, ob sie nur vertrieben werden oder dabei zugrunde gehen. Günstige Erfahrungen machte auch R. Goethe (Ber. G. **1890**. 90, **1892**. 93) mit der Kupferkalkbrühe gegen die Afterraupen der Kirschblattwespe (Eriocampoides limacina) sowie gegen die Raupen vom Goldafter und Ringelspinner. Dieselben wurden starr und unbeweglich, sobald sie gekupfertes Laub gefressen hatten. Goethe glaubt deshalb, daß die Brühe in ähnlicher Weise gegen Otiorrhynchus sulcatus und die Raupen des Sackträgers (Coleophora) auf Obstbäumen nutzbar gemacht werden kann. Galloway (J. M. 7. 12) will mit dem Kupfervitriolkalkgemisch gute Erfolge gegen den Coloradokäfer (Leptinotarsa decemlineata) erzielt haben.

Im ganzen sind die insektiziden Eigenschaften der Kupferkalkbrühe jedenfalls

geringwertig, so daß es ratsamer erscheint, durch den weiter unten zu erörternden Zusatz geeigneter Insektizide die Wirkung des Mittels gegen tierische Schädiger zu sichern.

Als Fungizid.

Phycomycetes.

Synchytrum vaccinii Thomas. Die Brühe blieb bei Versuchen von Halsted ohne Wirkung gegen diesen Pilz.

Phytophthora infestans de By. Die ersten Versuche zur Bekämpfung der Kartoffelkrankheit mit Kupferkalkbrühe sind, wie Girard (J. a. pr. **1890**. I. 1803) mitteilt, bereits 1885 von Jouet ausgeführt worden. 1886 berichtete Prillieux (J. a. pr. **1886**. II. 886) über Versuche, welche Fasquelle im gleichen Jahre angestellt hatte. 1888 veröffentlichte Prillieux (J. a. pr. **1888**. II. 886) die Ergebnisse eigener Untersuchungen. Die ersten in größerem Maßstabe ausgeführten Arbeiten über diesen Gegenstand rühren aber von Girard (a. a. O.) her. Unter den neueren Arbeiten über die Bekämpfung des Phytophthorapilzes auf Kartoffeln verdienen die Versuche von Morse, von Stewart sowie die von Ravn und Mortensen in Dänemark Beachtung. Die Ergebnisse ihrer Arbeiten lassen erkennen, daß die Kupferkalkbrühe unter passenden Umständen nicht nur die Krankheit von den Knollen vollkommen fernhält, sondern auch eine Steigerung des Ertrages bei völliger Abwesenheit des Pilzes bewirken kann. Andererseits steht fest, daß die Bespritzung der Kartoffel mit Kupferkalkbrühe wiederholt Anlaß zu Mindererträgen gegeben hat. Ich selbst habe im Jahre 1892 gelegentlich umfangreicher Versuche die Beobachtung gemacht, daß unter Umständen und namentlich dann, wenn der Pilz nicht auftritt, mit der Kupferung der Kartoffelstauden Mindererträge verbunden sein können. Im Durchschnitt von 15 Versuchen erhielt ich von

		Trockensubst.	Stärke	Stärke
unbehand. Kartoffeln	62,75 Ztr.	24,86 %	18,90 %	1185,98 Pfd. pro Mg.
bespritzte „ (2%)	61,79 „	24,91 „	19,00 „	1177,43 „ „ „

(Jb. Pfl. **1892**. 44—56.)

Als Beispiel für die günstige Wirkung der Kupferkalkbrühe seien nachfolgende Ergebnisse von Versuchen angeführt.

Mortensen (Forelöbig Meddelelse om Forsög usw., ref. Hollrungs Jahresbericht. Bd. 13. **1910**. S. 172) erhielt mit einer 1 prozent. Brühe bei

	zweimal behandelt 20. VIII.; 15. VIII.	unbehandelt
Up to date	356 Ernteeinheiten	301 Ernteeinheiten
Richters Imperator	236 „	199 „
Magnum bonum	323 „	279 „
Juli	215 „	196 „
Frühe Rosen	267 „	215 „
Kornblume . . . , ...	215 „	180 „

Auch in Nordholland sind im großen und ganzen günstige Spritzerfolge erzielt worden. Das Verhältnis war

1907	unbespritzt : bespritzt	=	100 : 117,1—145,7
1908	„ : „	=	100 : 147,6
1909	„ : „	=	100 : 121,5—134,7

Zweimaliges Kupfern (mit 2 v. H., 800 l auf 1 ha) wirkte günstiger wie nur einmaliges (Verslagen Direktie van den Landbouw **1911**. 76).

Die Versuchsstation für den Staat Vermont (25. Jahresber. S. 44) führt seit 21 Jahren Kartoffelspritzversuche durch und erzielte dabei im Durchschnitt

bespritzt . .	263 Bushel auf 0,4 ha
unbespritzt . .	159 „ „ „ „

also einen Gewinn von 65 % im Mittel. Auffallenderweise sind niemals Mindererträge erzielt worden.

Ein in ähnlicher Weise von Stewart (Bull. 323 der Vers. Geneva, N.-Y. **1910**) durchgeführter Versuch ergab als Mittel von 8 Jahren auf 0,4 ha einen Mehrertrag von

	a.	b.
3 maliges Spritzen . . .	78 Bushel	29 Bushel
6 „ „ . . .	102 „	45 „

Die Wirkung der Kupferkalkbrühe ist nicht in allen Jahren gleich günstig. So erzielte Ravn (Tidsskrift Landbrugets Planteavl. **1910**. 271) in Dänemark

	kranke Knollen		
1905 unbehandelt	7,3 v. H.,	behandelt	0,8— 6 v. H.
1906 „	18,1 „	„	2,5—17,1 „
1907 „	3,8 „	„	2,2— 2,7 „
1908 „	51,7 „	„	30,6—32,9 „

Wenn nach den Untersuchungen von Ewert es nicht mehr zweifelhaft sein kann, daß zu starke Beschattung der Kartoffelblätter durch die Kupferkalkbrühe leicht für die Knollenbildung von Nachteil wird und daß sich dieser Übelstand bei der einen Sorte mehr, bei der anderen weniger bemerkbar macht, so lehren die Versuche von Ravn (a. a. O.), daß auch der Zeitpunkt der Bespritzung von Einfluß auf die Wirkung der Brühe ist. So erhielt er

	Bespritzungsbeginn	Bespritzungsende	kranke Knollen
1905	23. 6.	12. 7.	6,0 %
„	12. 7.	1. 8.	0,8 „
1906	20. 5.	11. 6.	17,1 „
„	11. 6.	30. 6.	2,5 „

Hiernach sind sehr zeitige Bespritzungen weniger erfolgreich gewesen als spätere.

Ravn fand, daß die Sorte Kaiserkrone empfindlich ist und deshalb leicht Mindererträge gibt, Richters Imperator und Magnum bonum verhielten sich bei ihm umgekehrt.

Hinsichtlich der Zahl der vorzunehmenden Bespritzungen lassen sich allgemeingültige Angaben nicht machen. Ausschlaggebend hierfür sind die Witterungsumstände, wobei festzuhalten ist, daß anhaltend hohe Luftfeuchtigkeit und -wärme die Entstehung von Phytophthora-Verseuchungen fördern. Bei feuchtem Kraute darf nicht gespritzt werden. Wiederholt habe ich wahrgenommen, daß die Nichtbeachtung dieser Vorsichtsmaßregel eine Steigerung des Befalles im Gefolge hatte. Nach den vorliegenden Erfahrungen reichen 1—2 v. H.-Brühen vollkommen aus. Die Kartoffelstauden müssen von zwei entgegengesetzten Seiten her gespritzt werden, weil nur so eine hinlängliche Benetzung aller Blätter mit Brühe zu erzielen ist. Als geringste Menge Brühe für 1 ha sind 600 l zu bezeichnen. Für den Großbetrieb machen sich fahrbare Spritzen zur Verteilung der Brühe unerläßlich.

Verschiedene Male ist versucht worden, den Phytophthora-Pilz durch Eintauchen der Saatknollen in Kupferkalkbrühe zu bekämpfen. Nach Frank und Krüger (Arbeiten d. deutschen Landwirtsch.-Gesellschaft Heft 2. S. 23) soll durch ein 20 Stunden langes Einbeizen der Saatknollen in 2prozent. Kupferkalkbrühe ein rascherer Aufgang, ansehnlicher Mehrertrag und überhaupt ein besserer Gesamteindruck bei den Kartoffeln hervorgerufen werden. Dauernde Erfolge hat dieses Verfahren aber nicht aufzuweisen gehabt.

Phytophthora phaseoli. Über sehr günstige Erfolge berichtete Sturgis (Jahresber. **1893**. Connecticut. 72—111).

Peronospora schachtii, Falscher Mehltau der Zuckerrübe. Wiewohl von mehreren Seiten, u. a. auch von Girard (J. a. pr. **1891**. II. 15) günstig über die Leistungen der Kupferkalkbrühe berichtet wird, kann sie doch nicht allgemein zur Bekämpfung des Zuckerrübenmehltaues empfohlen werden, da die Ausführung der Bespritzung mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist.

Peronospora lycopersici, Mehltau der Tomaten. Sehr günstige Resultate erhielt Howell (Report of the chief of the section of vegetable pathology for the year **1889**, Washington. Bull. 11 der Sect. of Veget. Pathol. **1890**. S. 61—65) mit einer 3maligen (15. Juni, 2. und 15. Juli) Bespritzung der noch kleinen aber bereits Faulflecken zeigenden Tomaten, indem hierbei nur ein Verlust von 4 % kranken Früchten gegenüber 60 % auf den unbehandelten Stöcken zu verzeichnen war.

Carles (Réport. de pharmacie **1891**. S. 461—463) hat beobachtet, daß die Tomaten zuweilen Kupfer aufnehmen, und solches teils an den Kernen, teils im Fruchtfleische absetzen. Die in Frage kommenden Mengen sind indessen so gering, daß er mit einem Waschen der bespritzten Früchte jede Vergiftungsgefahr für beseitigt hält.

Plasmopara viticola, Falscher Mehltau des Weinstockes. Ihre höchste Bedeutung hat die Kupferkalkbrühe als Mittel zur Verhütung des falschen Mehltaues der Rebstöcke gewonnen. Sie ist hierin bisher noch von keinem der als Ersatz in Vorschlag gebrachten Mittel übertroffen worden. Im allgemeinen gelangen die Brühen 1 v. H. zur Anwendung, doch wird vielfach auch das Spritzen mit stärkeren Mischungen für unbedingt notwendig erklärt. Weniger

wie die Stärke dürfte der richtige Zeitpunkt, die richtige Anzahl und die richtige Ausführung der Bespritzungen ausschlaggebend für den Erfolg sein. Als spätesten Zeitpunkt für den Beginn der Kupferungen bezeichnet Istvanffy den Augenblick, in welchem die sogenannten „Ölflecken" auf den Blättern sichtbar werden. Die Anzahl der zu verabfolgenden Bespritzungen richtet sich nach der Witterung. Bei feuchter warmer Luft und kühlen Nächten ist die Verseuchungsmöglichkeit am stärksten, weshalb unter solchen Verhältnissen eine gleichmäßige Bedeckung der Weinblätter mit Brühe aufrecht erhalten werden muß. Richtig ausgeführt ist nach den neuen Untersuchungen von Müller-Thurgau über die Verseuchungsweise von Pl. viticola die Bespritzung dann, wenn sie die Blattunterseite mit einem lockeren, aber gleichmäßigen Netz von feinsten Brühentröpfchen bedeckt. In der Praxis wird es sich nicht immer ermöglichen lassen, dieser Forderung Rechnung zu tragen. Festzuhalten ist aber, daß die Blätter nicht regelrecht mit Brühe gebadet, sondern nur leicht benetzt werden (vergl. S. 143).

Basidiomycetes.

Puccinia. Bei der Zuführung von 2 l Kupferkalkbrühe (70 g $CuSO_4$, 20 g CaO, 100 l H_2O) auf eine 20 Fuß lange Reihe Weizenpflanzen hatte Galloway (J. M. 7. 195) keinerlei Erfolg gegen das Auftreten des Rostes zu verzeichnen. Ebensowenig vermochte das 24stündige Eintauchen der Getreidesamen in die gleiche Kupferkalkbrühe den Rost vom Weizen fernzuhalten. Dahingegen verhindert eine Bespritzung der Getreidepflanzen mit dieser Kupferkalkbrühe das Auftreten des Rostes unter Umständen in sehr bedeutendem Maße. Galloway überbrauste mit derselben Winterweizenpflanzen, teils alle 10, teils alle 20 Tage und erzielte durch die in 10tägigen Pausen vom 28. Oktober bis 24. Juni wiederholten Bespritzungen eine Ernte über Mittel, sowie rostfreies Getreide. Weniger gut wirkte in letzterer Hinsicht die Behandlung mit 20tägigen Zwischenräumen. Auch Swingle erhielt bei der nach je 10 Tagen erneuerten Behandlung gute Resultate, nämlich nur 18,3 % Rostpflanzen gegen 84,2 % unter dem gewöhnlichen Weizen. Ebenfalls nicht ganz ohne Erfolg verwandte Kellermann (Bull. 22. Versuchsstation Kansas) das Mittel gegen den Weizenrost, ja Cobb (Agric. Gaz. N. S. Wales. Bd. 3. S. 187) hat sogar behauptet, daß es volle Wirksamkeit gegen den Rost im Weizen besitzt. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist aber von der Kupferkalkbrühe eine erhebliche Hilfe gegen den Rost überhaupt nicht zu erwarten, einmal weil die Sporen dieses Pilzes höhere Widerstandsfähigkeit gegen Kupferpräparate besitzen und sodann, weil die wäßrige Kupferkalkbrühe schwer an den dünnen mit fettigem Überzug versehenen Pflanzen haftet. Letzterer Übelstand könnte zwar durch Beimischung von Seifenbrühe usw. beseitigt werden. Es bleibt dann aber immer noch die Schwierigkeit der Verteilung des Mittels über große Flächen Getreide bestehen.

Puccinia pruni Pers., den Rost der Pflaumenblätter will Pierce (Bull. 6. D. V. P. 40) durch Kupferkalkbrühe-Spritzungen erfolgreich bekämpft haben. Weitere Bestätigung dieser, bei dem sonstigen Verhalten der Rostpilze auffälligen Beobachtungen erscheint indessen wünschenswert.

Phragmidium humuli, die Rostkrankheit des Hopfens. Barth (Elsaß-lothring. Hopfen- und Brauerzeitung. 17. Jahrg. **1891**. S. 17. 18) empfiehlt die Brühe zur Bespritzung im Juni.

Tilletia, der Stinkbrand im Weizen kann durch Behandlung des Saatgutes mit Kupferkalkbrühe vermindert werden (Kellermann u. Swingle, Bull. 12 und 21. Versuchsstation Kansas). Weit geeigneter sind für diesen Zweck jedoch die reine Kupfervitriollösung und das heiße Wasser. Gänzlich aussichtslos ist die Verwendung der Kupferkalkbrühe gegen den Flugbrand im Weizen, Ustilago tritici Jens., wie Kellermanns Versuche (Bull. 22 der Versuchsstation Kansas) gezeigt haben.

Ascomycetes.

Exoascus deformans Fckl., Kräuselkrankheit der Pfirsichbäume. Nach Benton (Pacific Rural Press. Bd. 40. Nr. 5. **1896**) ist die Kupferkalkbrühe geeignet die Verunstaltung des Laubes zu verhüten, sofern das Mittel ganz kurz vor dem Aufbrechen der Blattknospen aufgespritzt wird. Eine Behandlung der Pflanzen nach dem Ausbruch des Laubes vermag das Auftreten der Krankheit nicht mehr zu verhindern. Taft (The Allegan Gazette, Allegan Mich. 1. Juli **1893**) bestätigt im großen und ganzen die vorstehenden Wahrnehmungen. Jablanzy (Wiener landw. Ztg. **1891**. S. 417) behandelte stark von der Kräuselkrankheit befallene Pfirsichbäume mit 3prozent. Kupferkalkbrühe und erhielt danach vollkommen gesunde zweite Triebe. Mit einer Brühe 1200 g : 1200 g : 100 l vermochten Wallace und Whetzel (Bull. 276. Cornell-Universität, Ithaka, N.-Y. **1910**. 157) eine erhebliche Einschränkung der Kräuselkrankheit bei Pfirsichen zu erzielen. Die Anzahl der gekräuselten Blätter betrug:

	1.	2.	3.
unbespritzt . .	58,9 v. H.	34,3 v. H.	41,3 v. H.
bespritzt . . .	0,9 „	2,3—6,1 „	5,3—8,3 „

Laestadia bidwellii, Schwarzfäule der Reben (black rot). Nachdem die ersten in Amerika unternommenen Versuche zur Beseitigung dieser Krankheit erfolglos verlaufen waren, gelang es Ende der achtziger Jahre dem Franzosen Prillieux (J. a. pr. **1888**. 193—195) die Schwarzfäule vermittels der Kupfervitriolkalkbrühe in befriedigender Weise zu bekämpfen. Spätere Untersuchungen von Galloway (Bull. 3. D. V. P. 9—31) haben ergeben, daß unter Berücksichtigung aller Umstände die Kupferkalkbrühe am geeignetsten unter allen Kupferpräparaten für die Bekämpfung der schwarzen Fleckfäule erscheint. Von besonderem Belang ist es, daß sie sowohl Früchte wie Blätter des Weinstockes unbeschädigt läßt, während die anderen in Betracht kommenden Mittel hierin hinter ihr zurückstehen. Zeitig begonnene Bespritzungen geben bessere Resultate als späte. Was die Anzahl der Bespritzungen anbelangt, so genügt es im allgemeinen deren 4 auszuführen, wiewohl durch eine sechsmalige Behandlung noch etwas günstigere Ergebnisse zu erzielen sind. Zahlenmäßig kommen diese Verhältnisse durch nachstehende Angaben zum Ausdruck:

Zahl und Tag der Bespritzungen							% vollkommen gesunde Früchte
6 Bespritzungen	27./4.,	13./5.,	25./5.,	9./6.,	22./6.,	7./7.	93
4 „	„	„	„	„	—	—	90
3 „	—	—	—	„	„	„	13,5
unbehandelt							1,1

Sonach empfiehlt es sich die Bekämpfung der Reben-Schwarzfäule in den ersten Tagen des Monats Mai zu beginnen und mit etwa 14tägigen Zwischenzeiten noch 3 weitere Bespritzungen folgen zu lassen. Die letzte derselben ist erst dann vorzunehmen, wenn die Weinbeeren die Größe eines Schrotkornes erlangt haben.

Bei Versuchen von Wilson und Reddick (Bull. 266. Cornell-Universität, N.-Y. **1910**. 391) gelang es selbst bei 8 Bespritzungen die Schwarzfäule (black rot) nicht vollkommen von den Weinstöcken fern zu halten, doch wurde die Zahl der Faulbeeren in einer Traube von 13,06 auf 2,04 herabgesetzt.

Mycosphaerella fragariae Sacc., Stachelbeerblattbefall. Nachdem anfänglich Pearson (Bull. Nr. 11. d. Sect. Veget. Pathol. p. 49) und Earle (S. 84. 85) mit der Kupferkalkbrühe nur eine unzureichende Beseitigung der Krankheit zu erzielen vermocht hatten, gelang es Garman (Bull. 31 d. Versuchsst. Kentucky S. 3—13) dieselbe wirksam zu bekämpfen. Er begann mit den Bespritzungen unmittelbar nach dem Pflücken der Beeren und setzte dieselben mit 14tägigen Zwischenpausen solange fort, bis die Wiederkehr des Pilzes ausgeschlossen erschien. In ihrer Wirkung übertraf hierbei die Kupferkalkbrühe das Londoner Purpur, die Schwefelleber und das sogenannte eau celeste.

Deuteromycetes. Sphaeropsidales.

Sphaeropsis malorum. Sturgis (1893er Jahresbericht d. Versuchsst. f. Connecticut. S. 82—111) bezeichnet die Brühe als ein brauchbares Mittel.

Septoria rubi. Goff versuchte die Bekämpfung von Septoria rubi auf Himbeere und Brombeere, machte hierbei aber die Erfahrung, daß eine Brühe aus 1,5 kg $CuSO_4$, 1 kg CaO und 100 l Wasser für das Laub der Brombeere zwar unschädlich, für das der Himbeere aber sehr nachteilig ist und daß die Fruchtbildung durch die Anwendung der Brühe beeinträchtigt wird. Er erntete vergleichsweise

	a)	b)		a)	b)
bei Himbeere unbehandelt	21¼ l	16¼ l	bei Brombeere	13¾ l	18¼ l
3mal behandelt	3½ l	2,4 l		17 l	10¾ l

Halsted (Rep. N. Jers. Agr. Coll. Exp. St. **1891. 1892. 1893**) hat die Brühe für geeignet gegen Septoria cerasina Ph. befunden.

Gegen Septoria ribis Desm. wurde in den Jahren 1890 und 1891 von Pammel (Bull. 13 der Versuchsstation Jowa) die Kupferkalkbrühe versucht. Eine dreimalige Bespritzung gab ungenügende Resultate. Die Septoria-Fleckenkrankheit auf Chrysanthemum wird nach Beach (11. Jahresber. Versuchsst. New-York [Geneva] **1892**. 557—560)' dahingegen durch 5—6 Behandlungen mit Kupferkalkbrühe bei Zusatz von etwas Seife ferngehalten. Ab-

gestorbene Blätter sind zu entfernen und die grünen Teile unter Kupferkalkbrühe-Bedeckung zu halten.

Phyllosticta sphaeropsoidea E. u. E. Sehr gute Dienste leistete die Brühe gegen diesen Pilz auf Roßkastanie (Fairchild, J. M. 7. 338).

Entomosporium maculatum Lév., die Blattbräune. Mit der Bekämpfung der Blattbräune auf Birnen, Quitten und Pfirsichen haben sich insbesondere amerikanische Phytopathologen beschäftigt, als Erster unter ihnen Galloway (Flugblatt Nr. 8. D. V. P. **1899**). Er benutzte eine Brühe mit 1,5 kg $CuSO_4$ und 1 kg CaO auf 100 l Wasser und gab die erste Bespritzung vor Laubausbruch, spätestens, wenn zwei Drittel der Blätter hervorgebrochen waren und von da ab 4 weitere in 10tägigen Zwischenräumen. Der Erfolg war ein sehr befriedigender, denn die behandelten Bäume waren vollständig frei von der Krankheit, während die unbespritzten sehr stark unter der Blattbräune zu leiden hatten. Spätere Untersuchungen von Pearson (Bull. 11. D. V. P. 46), (Galloway, J. M. 7. 137—142), Chester (Bull. 13 d. Versuchsst. f. Delaware **1891**), Sturgis (Jahresber. d. Versuchsst. f. Connecticut **1892**. S. 42. 43) u. a. haben diese Beobachtung bestätigt.

Maxwell (Bull. 3. D. V. P. 36—47) hat nachgewiesen, daß die Hauptwirkung der Brühe bereits mit einer 2maligen Bespritzung erreicht ist, denn er erhielt:

unbehandelte Bäume	75,84 %	befallene	Birnblätter
2mal bespritzt (25. IV., 9. V.)	3,17 „	„	„
3 „ „ (14. IV., 25. IV., 9. V.) . . .	3,17 „	„	„
7 „ „ (14. IV., 25. IV., 9. V., 5. VI., 25. VI., 15. VII., 5. VIII.) .	0,00 „	„	„

Noch etwas bessere Erfolge erzielte er mit ammoniakalischer Kupferbrühe. Waite (J. M. 7. 333) ist der Ansicht, daß wenn die erste Bespritzung nicht zu zeitig und im übrigen genügend kräftig ausgeführt wird, die Pflanze in genügender Weise für die übrige Vegetationszeit geschützt wird. Nach ihm empfiehlt es sich einmal etwa 4—6 Wochen nach der Birnen- bezw. Quittenblüte, ein zweites Mal 4 Wochen später zu spritzen und damit aufzuhören. Von Fairchild (J. M. 7. 65—68) wurde festgestellt, daß für die Verwendung bei Quitten die Kupferkalkbrühe den sonstigen Kupferpräparaten überlegen ist. Es besaßen Quittenwildlinge

6mal mit Kupferkalkbrühe behandelt	einen Durchmesser von 27,7	Einheiten
6 „ „ ammoniakalischer Kupferkarbonatbrühe behandelt	„ „ „ 25,3	„
unbespritzt	„ „ „ 20,6	„

Für Birnen- und Pfirsichwildlinge verwendet Fairchild (l. c.) eine Brühe mit 1,2 kg $CuOS_4$ und 1,2 kg CaO auf 100 l Wasser.

Eine 5—6malige Bespritzung ist geeignet die Entblätterung 1—3jähriger Wildlinge zu verhüten. Versuche von Fairchild ergaben Blattverluste von:

	französische Birne	japanische Birne	amerikanische Birne
unbehandelt	21,0%	41,2%	36,1%
3mal Kupferkalkbrühe . .	16,4 „	23,8 „	32,3 „
7 „ „ . .	1,0 „	1,1 „	2,1 „

Melanconiales.

Gloeosporium. Versuche von Garman (Bull. 44. Versuchsst. Kentucky) haben gezeigt, daß die Kupferkalkbrühe, das erstemal kurz vor dem Fall der Blütenblätter und dann in 14tägigen Pausen noch weitere 3mal angewendet, von guter Wirkung gegen Gloeosporium fructigenum Berk., Bitterfäule der Äpfel (und Weintrauben), ist. Dagegen hat die Brühe bisher bei Gloeosporium venetum Speg., Brombeeren-Anthraknose, versagt (Green, Bull. 6 der Versuchsst. Ohio).

Von Ewert (Jahresber. Proskau **1908/09**. 90) wird die Brühe als bestes Mittel gegen die Blattkrankheit der Johannisbeere (Gloeosporium ribis) bezeichnet.

Colletotrichum lindemuthianum Sacc., Anthraknose der Bohnen. Die einzigen Versuche zur Bekämpfung dieses Pilzes vermittels Kupferkalkbrühe sind von Beach (Bull. 48. Versuchsst. New-York [Geneva] 308—332) ausgeführt worden. Das Beizen der Saatbohnen war fruchtlos. Dahingegen gewährte eine Brühe aus 800 g $CuSO_4$, 500 g CaO und 100 l Wasser genügenden Schutz gegen das Auftreten der Krankheit auf Blättern und Hülsen. Zu beginnen ist mit den Behandlungen kurz vor der Blüte, die übrigen Bespritzungen haben mit 14tägigen Pausen zu folgen.

Colletotrichum lagenarium, Anthraknose der Gurken und Melonen. Auf der gleichen Fläche erntete Johnson (Bull. 85. Virginia Truck Station. 85) bei dreimaliger Bespritzung (850 g $CuSO_4$, 1450 g CaO, 100 l Wasser) 10000 Stück Melonen bezw. 144,5 Bushel Gurken gegenüber 3500 Stück bezw. 109 Bushel auf dem unbespritzten Felde.

Cylindrosporium padi Karst., Fleckenkrankheit der Pflaumen- und Birnblätter. Galloway hat zuerst 1889 die Kupferkalkbrühe gegen diese in Amerika die jungen Birn- und Pflaumenstämmchen häufig heimsuchende Krankheit mit vielversprechendem Erfolg angewendet (Jb. d. Secr. of Agric. f. **1890**. S. 396). Ihm folgten 1890 Pammel (Bull. 13 u. 17 Versuchsst. Jowa), 1892 Galloway (Bull. 3 D. V. P. 47—60) und 1893 Fairchild (J. M. 7. 240—262). Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß die Kupferkalkbrühe ein Spezifikum gegen die in Frage stehende Krankheit ist, daß aber von ihrer zweckentsprechenden Anwendung sehr viel abhängt. Eine geeignete Zusammensetzung der Brühe ist: 1 kg $CuSO_4$, 800 g CaO und 100 l Wasser.

Die Behandlung der Stämmchen hat nach Beendigung des Laubausbruches zu beginnen und ist in 14tägigen Pausen 5mal zu wiederholen. Von Wichtigkeit ist es, daß auch die Unterseite der Blätter gut mit dem Mittel überzogen wird.

Die nachstehenden, den Versuchen Fairchilds (a. a. O) entnommenen Versuchsergebnisse geben einen Anhalt über den Grad der Wirksamkeit des Mittels. Er bestimmte vergleichsweise die Zahl der vorzeitig gefallenen Blätter bei

Kirschen:	gepfropfte Mahalebsetzlinge a)	b)	c)	Windsorkirsche	Gelbe Spanische	Montmorency
unbehandelt	54,8	21,3	8,5	13,7	8,7	24,2
5 mal gespritzt . . .	13,1	7,3	6,1	6,4	2,9	5,9
6 „ „ . . .	7,4	4,8		4,3	2,5	5,0

Pflaumen:	frühe Ertragr.	Purpureierpfl.	Italiener Pfl.	frühe Ertragr.	Purpureierpfl.	Italiener Pfl.
	auf Myrobalan			auf Marianne		
unbehandelt . . .	312,5	123,3	52,8	311,2	143,2	177,2
5 Bespritzungen . .	66,0	6,1	7,8	96,6	42,7	11,0
6 „ . .	57,0	9,7	6,3	71,6	26,9	12,2

Moniliales.

Monilia fructigena Pers. Sehr schlechte Erfahrungen hat Galloway (Bull. 3. D. V. P. 60. 61) mit der 1,5 kg $CuSO_4$ und 1 kg CaO auf 100 l Wasser enthaltenden Brühe bei Pfirsichbäumen gemacht, deren Früchte geschützt werden sollten. Blüten und Blätter wurden von den ersten zwei Bespritzungen völlig vernichtet. Zu einem günstigeren Urteile gelangte Chester (Bull. 16. Delaware **1892**). Durch 6 in die Zeit vom 29. April bis 2. Juli verlegte Bespritzungen vermochte er den Verlust an Pfirsichen von 32% auf 13—19% zu vermindern. Mit Rücksicht auf die Unkosten, welche diese Behandlungsweise erforderte, müssen diese Ergebnisse jedenfalls aber als keineswegs befriedigend bezeichnet werden.

Thielaviopsis paradoxa, Fäule (base rot) der Ananasstecklinge. Durch Eintauchen der Schnittstellen in Kupferkalkbrühe erreichte Larsen (Bull. 10. Hawai Sugar Planters Assoc. **1910**) eine Verminderung der Fäule um 50 v. H.

Cycloconium oleaginum Boy. auf den Ölbäumen. Caruso (A. i. 20. 629—632) erhielt mit einer 5prozent. Brühe jedesmal günstige und gegen Septogloeum mori Br. et Cav. auf Maulbeerbaumblättern recht gute Resultate.

Cladosporium. Nach Versuchen von Frank (Z. f. Pfl. **1893**. 31) scheint eine 2prozent. Brühe wirkungslos gegen den auf Gurken vorkommenden Pilz zu sein.

Fusicladium pirinum Fckl., F. dendriticum, Schorf der Birnen und Äpfel (pear scab, tavelure des poires, ticchiolatura).

Neben Phytophthora und Plasmopara bildet das Fusicladium einen der Pilze, welche in großem Umfange durch die Kupferkalkbrühe bekämpft werden.

Oliver (J. a. pr. **1881**. II. 20) machte als Erster die Wahrnehmung, daß eine Kupfervitriollösung die Keimung der Birnenschorfsporen verhindert und von den Früchten die Schorfkrankheit fernhält. Einige Jahre später versuchte Ricaud (J. a. pr. **1886**. II. 922) zum gleichen Zwecke die Kupfervitriolkalkbrühe und erzielte sofort ganz auffällige Erfolge. In der Folge sind dieselben von namhaften deutschen und amerikanischen Phytopathologen des öfteren mit dem nämlichen

Ergebnis wiederholt worden, so daß die unbedingte Brauchbarkeit der Kupfervitriolkalkbrühe für die Bekämpfung des Apfel- und Birnschorfes als eine feststehende Tatsache betrachtet werden darf. R. Goethe, welcher sich bereits 1888 mit der Krankheit beschäftigte (B. G. **1889/90**. 29), empfahl zunächst als eine geeignete Mischung 2 kg $CuSO_4$, 3 kg CaO und 100 l Wasser.

Da sich bei späteren Versuchen (Ber. G. **1890/91**. 37) jedoch herausstellte, daß durch die Anwendung dieser Brühe auf empfindlicheren Früchten, wie weißer Winter-Kalvill u. a., sogenannte Rostanflüge entstehen, ersetzte er sie durch eine Brühe aus 1 kg $CuSO_4$, 2 kg CaO und 100 l Wasser.

Überhaupt empfiehlt Goethe eine vorsichtige Verwendung des Mittels. Das Auftreten schwarzer Flecke und rostfarbener Anflüge auf den bespritzten Früchten schreibt er der Benutzung von Kalk zu, welcher schon lange an der Luft gelegen hat. Durch den Gebrauch ganz frisch gebrannten Kalkes würden sich die genannten Übelstände somit beseitigen lassen. Auch Munson hat die Beobachtung gemacht, daß zu starke Kupferpräparate den Früchten eine rostbraune Färbung verleihen (Jahresber. d. Versuchsst. des Maine State College **1892**. S. 94).

Gegenwärtig wird vorwiegend die Mischung 1 : 1 : 100 benutzt.

Mally (A. J. C. 34. **1909**. 620) prüfte für die Verhältnisse von Südafrika die Wirksamkeit der Kupferkalkbrühe gegen den Apfelschorf und gelangte zu dem Ergebnis, daß mit einer Mischung von 1500 g Kupfervitriol, 1000 g Kalk und 100 l Wasser eine völlige Fernhaltung der Krankheit möglich ist durch zwei Bespritzungen, die erste bei Knospenschwellung, die zweite 14 Tage später, wenn die Blüten aufbrechen.

Was die Verwendungsweise anbelangt, so wird von Sturgis (Jahresbericht **1893**. Connecticut 72) mitgeteilt, daß sich die Brühe gegen Apfel- und Birnenschorf gut bewährte, wenn die Bäume im März vor dem Aufbruch der Knospen, unmittelbar vor der Blüte und noch zweimal, sobald die Früchte Ebsengröße erlangt haben, bespritzt werden. Dahingegen fand er das Mittel für unzureichend gegen Fusicladium auf Quitte. Versuche von Maxwell (ebenda S. 36—47) lehren, daß der Birnenschorf bei einer genügenden Anzahl von Bespritzungen gänzlich fern gehalten werden kann.

Für gewöhnliche Verhältnisse genügt eine 4malige Bespritzung — 1 vor dem Laubausbruch, 1 unmittelbar vor der Blüte, 2 auf die erbsen- bis haselnußgroßen Früchte — mit 1—2prozent. Brühe.

Helminthosporium gramineum, Streifenkrankheit. Durch Beizen des Saatgutes mit 2 v. H. Kupferkalkbrühe läßt sich, wie Schander (M. Pfl. Br. **1910**) zeigte, zwar die Streifenkrankheit vermindern, nicht aber vollkommen unterdrücken.

Macrosporium solani Rav. Die Blattfleckenkrankheit der Kartoffel. Auf Grund der Arbeiten von Weed (J. M. 5. 158—160), Hunn (Bull. 49. Versuchsstat. New-York [Geneva] S. 13—16), Goff (Bericht der Divis. of Veget. Pathol. für **1890**. S. 400), Burrill und Mc. Cluer (Bull. 15. Versuchsstat. Illinois S. 489—496) und namentlich von Galloway (Verhandlungen

der Soc. for the Promotion of Agric. Science 1893. S. 43—55. Farmers Bull. Nr. 15. S. 5) darf es als eine feststehende Tatsache angesehen werden, daß die Blattfleckenkrankheit der Kartoffel durch die Kupferkalkbrühe vollkommen zurückgehalten wird. Empfohlen wird für den vorliegenden Zweck die Mischung 1,5 : 1 : 100.

Die Anwendung des Mittels hat kurz vor Ausbruch der Krankheit auf die etwa 15 cm hohen Pflanzen zu erfolgen. Um eine volle Wirkung zu erzielen ist es erforderlich, daß die Blätter der Kartoffeln beständig mit einer dünnen Schicht Kupferkalk überdeckt sind.

Alternaria solani (= Macrosporium solani?), Frühbefall der Kartoffel. Bei Versuchen von Jones und Giddings (20. Jahresb. Vermont **1906/1907**. 334) erwies sich die Kupferkalkbrühe als sehr brauchbares Mittel zur Unterdrückung von Alternaria solani (early blight). Ohne Bespritzung erhielten sie 136,9, bei viermaliger Kupferung 266,4 Ernteeinheiten.

Gegen Alternaria brassicae f. nigrescens auf Wassermelonen (Citrullus vulgaris) und Brotmelonen (Cucumis melo) empfiehlt Peglion (R. P. 2. 227 bis 240) die Kupferkalkbrühe anzuwenden, sobald als die ersten Flecken auf den Blättern sichtbar werden und 15—20 Tage später noch ein zweites Mal. Um ein besseres Haften und damit eine intensivere Wirkung des Gemisches zu erzielen, fügt Peglion Salmiak oder Zucker zu demselben.

Cercospora resedae Fckl. Gegen den Blattfall erhalten die Resedapflanzen durch eine dreimalige vor dem eigentlichen Auftreten der Krankheit ausgeführte Bespritzung mit Kupferkalkbrühe 1,5 : 1 : 100 einen wirksamen Schutz (Fairchild, Y. D. A. Washington. **1889**. S. 429—432).

Als Mittel gegen Krankheiten unsicherer Herkunft.

Schülferrindigkeit der Zitronenbäume. Die Krankheit ist von Fawcett (Jahresb. Florida **1910**. 45) durch Anwendung von Kupferkalkbrühe wiederholt erfolgreich bekämpft worden.

Die Melanose der Zitronenbäume, eine Krankheit, deren Ursache noch nicht erkannt, vermutlich aber in einem parasitischen Pilz zu suchen ist, kann nach Swingle und Webber (Bull. 8. D. V. P. 36—38) so gut wie vollständig durch Kupfervitriolkalkbrühe von den Zitronenbäumen (Blättern und Früchten) ferngehalten werden.

Die Genannten nahmen 2 Bespritzungen vor, eine am 19. April kurz nach der Blüte, die zweite am 16. Mai und erreichten dadurch, daß die so behandelten Pflanzen auf nur 0,1 v. H. der Früchte Spuren der Krankheit enthielten, während die Früchte der benachbarten unbesprengten Bäume zu vollen 90 v. H. erkrankt und davon etwa zur Hälfte vollkommen mißgestaltet waren. Die Brühe verletzte in geringem Maße das Laub. Da vermutlich ein weniger starkes Präparat die Melanose ebenfalls erfolgreich zu beseitigen vermag, empfiehlt sich die Anwendung eines solchen. Je länger sich die Periode des Blütentragens ausdehnt, desto zahlreichere Bespritzungen müssen vorgenommen werden. Für gewöhnlich werden aber zwei Behandlungen genügen, deren erste ungefähr einen Monat

nach dem Beginn der Frühjahrsblüte, deren zweite einen Monat später, wenn die jüngsten der Früchte Erbsengröße erlangt haben, vorzunehmen ist.

Schüttekrankheit der Kiefern. Den gelegentlich bei der Bespritzung der jungen Kiefern mit Kupferkalkbrühe erzielten günstigen Erfolgen stehen auch Mißerfolge gegenüber (z. B. Herrmann, Nw. Z. **1910**. 105). Mit Rücksicht darauf, daß die Ursachen der Schüttekrankheit jedenfalls nicht einheitlicher Natur sind, darf eine derartige Wirkung der Brühe nicht wundernehmen.

Kartoffelschorf. Bolley hat die Kupferkalkbrühe (Bull. 9. Vers. Nord-Dacota, Z. f. Pfl. **1894**. 117) als Mittel zur Entferung des Schorferregers von den Saatkartoffeln mit einigem Erfolg angewendet. Er erhielt darnach

ohne Behandlung	1 %	gesunde, d. h. schorffreie Speisekartoffeln
½ Stunde gebeizt	57 „	„ „ „ „
3 „ „	53 „	„ „ „ „

Die Keimfähigkeit der Kartoffel wird durch 4—6stündiges Beizen nicht beinträchtigt, erst nach 22—25 Stunden langem Eintauchen ist eine nachteilige Wirkung zu bemerken. Von Kinney (5. Jahresber. der Versuchsstation für Rhode Island S. 211—213) sind diese Versuche Bolley's wiederholt worden. Das Ergebnis war:

behandelte Saatkartoffeln a) 9 %, b) 9 % schorfige Knollen,
unbehandelte Saatkartoffeln a) 21 %, b) 12 % schorfige Knollen.

Wurzelbrand. In neuerer Zeit hat Peters (M. B. A. Heft 8. **1909**) das Beizverfahren wieder aufgegriffen und damit ganz gute Erfahrungen gemacht. Während bei ihm unbehandelte Rübensamenknäuel 95,6 v. H. brandige Pflänzchen lieferten, belief sich nach 24stündiger Einquellung in 2 v. H. Kukabrühe der Wurzelbrand nur auf 1,5 v. H.

Welken der Gurken. Muth (Zeitschr. Weinbauschule Oppenheim a. Rh. **1910**. 143) empfahl die Gurken während starker Trockenperioden mit einer 0,75 v. H. Kupferkalkbrühe zu bespritzen, um durch die Brühendecke das Welken der Gurken und die Entstehung von Rißwunden zu verhüten.

Blattrollkrankheit. Wie Spieckermann (Jb. a. Bot. **1910**) zeigte, vermag eine Beize der Saatkartoffeln in 2prozent. Kuka das Auftreten der Blattrollkrankheit nicht zu verhindern.

Ergänzungen der Kupferkalkbrühe.

Seit Einführung der Kupferkalkbrühe sind zahlreiche Vorschläge zu ihrer Verbesserung gemacht worden, welche einerseits die Absicht verfolgen, die Klebekraft und damit zugleich die Wirkungsdauer, andererseits den Wirkungswert der Brühe durch Ausstattung mit anderweitigen fungiziden oder mit insektiziden Eigenschaften zu erhöhen. Namentlich im Wein- und Obstbau hat sich das Bedürfnis fühlbar gemacht, der Kupfelkaltbrühe Mittel gegen den echten Mehltau sowie gegen Niedertiere beizumischen, um auf diesem Wege sowohl parasitäre Pilze wie schädliche Insekten durch ein und dieselbe Bespritzung bekämpfen zu können. Zweifellos wird durch eine derartige Vermischung eine wesentliche Ersparnis an Arbeit erzielt. Mitunter steigern derartige Zusätze nicht nur den Wirkungsbereich, sondern auch durch Erhöhung der Klebekraft den Wirkungswert.

Ergänzungen durch Fungizide.

Bereits 1888 wurde von Huet (J. a. pr. **1888**. I. 702) der Vorschlag gemacht, der Kupferkalkbrühe zur Bekämpfung des Oidium Schwefelpulver beizufügen. In der Folge verwendete Martin (J. a. pr. **1889**. II. 861) ein solches Gemisch, indessen ohne befriedigenden Erfolg. Die Mischung kam eine Zeitlang in Mißkredit; in neuerer Zeit haben sich doch aber wieder verschiedene Autoren, so Stévignon (Pr. a. v. Bd. 43. **1905**. 769) und Guillon (R. V. Bd. 23. **1905**. 378) für die Beimischung von Schwefel zur Kupferkalkbrühe ausgesprochen.

Stévignon empfiehlt einen Zusatz von 2—4 kg Schwefelpulver zu 100 l Brühe. Bei der schlechten Haltbarkeit einer solchen Mischung erscheint es ratsam, nur den Schwefel mit dem Fettkalk auf Vorrat zu mischen und erst kurz vor dem Gebrauche dieses Gemenge der Kupfervitriollösung zuzusetzen. Das Einrühren der Schwefelblume direkt in die Kupferkalkbrühe bereitet einige Schwierigkeiten, welche aber schnell behoben werden, wenn das Schwefelpulver zunächst durch Verrühren mit etwas Seifenwasser, Spiritus oder Äther in einem Wasserglas luftfrei gemacht wird. Ein ebenso wirksames Verfahren besteht in der Beimischung des Schwefels zu dem trocken abgelöschten Kalk. Sehr erleichtert wird auch die Herstellung der Schwefelkupferkalkbrühe durch Benutzung der im Handel erhältlichen Schwefelpaste, welche aus Schwefel, Soda und gepulvertem Harz besteht.

Unter der längeren Einwirkung von Luft nimmt die mit Schwefel versetzte Kupferkalkbrühe eine dunkle Färbung an, was auf die in alkalischen Brühen erfolgende Entstehung von Kupferpolysulfid zurückzuführen ist. Wie Guillon (C. r. h. 136. **1903**. 1483) nachwies, leidet der fungizide Wert der Brühe hierunter nicht, da das sehr unbeständige Kupferpolysulfid wieder in Schwefel und Kupfervitriol zerfällt. Dahingegen verliert die schwarzgewordene Mischung einen Teil ihres Haftvermögens. Hieraus geht hervor, daß die mit Schwefel versetzte Kupferkalkbrühe möglichst bald verspritzt werden muß.

An Stelle des Schwefels kann auch Schwefelleber (in Frankreich: Polysulfure) zur Kupferkalkbrühe hinzugefügt werden. Eine von Augrand (R. V. Bd. 24. **1905**. 105) herrührende Vorschrift hierfür lautet:

Vorschrift (53):	1. Kupfervitriol	4 kg
	Wasser	100 l
	2. Kalk	2 kg
	Wasser	100 l
	3. Kaliumpolysulfid	2 kg
	Wasser	100 l

Herstellung: Kalkmilch mit Kaliumpolysulfidlösung mischen, unter beständigem Umrühren der Kupfervitriollösung zusetzen.

Diese Brühe soll ein ausgezeichnetes Haftvermögen besitzen, angeblich deshalb, weil das Kupfervitriol in kolloidalem Zustande ausgefällt wird.

Ergänzungen durch Insektizide.

Die Kupferkalkbrühe eignet sich besonders zur Vermischung mit Arsensalzen, da hierbei die in den letzteren enthaltenen kleineren oder größeren Mengen von freier Arsenigsäure durch den überschüssigen Kalk des Fungizides unschädlich

gemacht werden. Gegenwärtig werden deshalb, dort wo eine Bekämpfung von schädlichen Insekten im Anschluß an die Kupferkalkbrühe erfolgen soll, fast ausschließlich Arsensalze, in erster Linie Bleiarsenat, zur Beimischung verwendet. Näheres über diese Mischbrühen in dem die arsenhaltigen Bekämpfungsmittel behandelnden Abschnitte.

Ein als Zusatzmittel zur Kupferkalkbrühe mehrfach mit gutem Erfolge verwendetes Insektizid ist auch die Seife, im besonderen die Harzseife. Eine derartige Mischung wurde zuerst in Amerika von Galloway (J. M. 7. 195) in Gebrauch genommen. Der Zusatz von Harzseife erhöht die Klebekraft des Mittels ganz erheblich. Auch setzt sich der Niederschlag in derartigen Mischbrühen langsamer ab als in der einfachen Brühe. Eine der ältesten und dabei heute noch brauchbaren Vorschriften gab Swingle (J. M. 7. 365).

Vorschrift (54):

Kupfervitriol	1 kg
gebrannter Kalk	0,5 „
Harzseife, Vorschrift 15 . . .	1 „
Wasser	100 l

Herstellung: Kupfervitriol und Kalk in je 45 l Wasser, Seife in 10 l Wasser lösen, Seifenlösung in die Kupferkalkbrühe solange einrühren, bis sich ein stehender Schaum gebildet hat.

Nach meinen Untersuchungen (L. J. 28. **1899**. 593) wird die größte Haltbarkeit und die günstigste mechanische Beschaffenheit bei folgenden Zusätzen erzielt:

Kupfervitriol	1 v. H.
Ätzkalk	0,5 „
Oranienburger Kernseife	1—3 „
Schmierseife	1—3 „
Harzseife[1]	7—9 „
Petrolseifenemulsion[2]	2—6 „

Einen Zusatz von Terpentin hat Vidal (Pr. a. v. Bd. 51. **1909**. 730) für solche Fälle vorgeschlagen, in denen mit der Kupferkalkbrühe auch der mit der Gegenwart von Hemipteren verbundene Rußtau bekämpft werden soll.

Vorschrift (55):

Kupferkalkbrühe 2 % . . .	100 l
Terpentin	1 „

Herstellung: Das Terpentinöl der fertigen Kupferkalkbrühe unter Umrühren hinzusetzen.

Die Mischung ist aufzuspritzen, sobald als die Hauptmasse der jungen Hemipterenlarven das Ei verlassen hat.

Steigerung der Klebekraft und Allgemeinwirkung.

Peglion (R. P. II. 230) gibt an, daß durch einen Zusatz von Salmiak die Befestigung der Kupferkalkbrühe auf den Blättern gefördert und damit die Intensität der Wirkung erhöht wird.

---

[1]) 2 Teile Harz, 1 Teil kristall. Soda, 8 Teile Wasser.

[2]) 125 g Harzseife, 1 l Wasser, 2 l Petroleum.

Vorschrift (56):	Kupfervitriol	1,5 kg
	gebrannter Kalk	1,5 „
	Salmiak	0,33 „
	Wasser	100 l

Es ist mir nicht bekannt, ob diese Zusammenstellung sich praktisch bewährt hat.

Nach einem Zusatz von 0,1 % Kaliumpermanganat zu einer 0,75 % Kupferkalkbrühe machte Gvozdenowitsch (Z. V. Ö. 4. 756) die Wahrnehmung, daß die damit bespritzten Reben besonders gut gegen Plasmopara geschützt waren. Anscheinend vernichtet das Kaliumpermanganat die beim Beginn der Spritzarbeit bereits vorhandenen Pilzsporen.

Einen besseren Grad von Haftbarkeit am Blatte soll der Kupferkalkbrühe auch durch den Zusatz von Zucker verliehen werden. Barth (Die Blattbefallkrankheit der Reben und ihre Bekämpfung S. 13) glaubt jedoch, daß ein noch weit wichtigerer Vorteil des Zuckerzusatzes in der Bildung von Kupferkalksaccharat besteht. Dieser mit tiefblauer Farbe sich lösende Körper besitzt nach Barth die Fähigkeit, rasch in das Blattgewebe einzudringen und dort baldigst zur Wirkung zu gelangen, während der Rest des Kupfermaterials gewissermaßen als Vorrat auf den Blättern liegen bleibt. Die von dem Genannten aufgestellte Vorschrift lautet:

Vorschrift (57):	Kupfervitriol	2 kg
	gebrannter Kalk	1,5 „
	Zucker	300 g
	Wasser	100 l

Im großen und ganzen ist diese Vorschrift auch heute noch brauchbar, wenn an Stelle von 1,5 kg Kalk nur 1 kg verwendet wird.

Mit einer aus 2 kg Kupfervitriol, 4 kg Fettkalk, 4 kg Melasse und 100 l Wasser bestehenden gezuckerten Kupferkalkbrühe arbeitete bereits Petermann (Bull. 50. Gembloux. S. 1) im Jahre 1891. Diese Brühe hat sich jedoch nicht einzubürgern vermocht. Ebensowenig ist das einem gebrauchsfertig hergestellten Kupferzuckerkalkpulver aus 40 % calciniertem $CuSO_4$, 50 % Kalkstaub und 10 % gemahlenem Zucker gelungen. Dem Präparate hafteten alle die derartigen Pulvern eigentümlichen Übelstände in hohem Maße an. Ob die gezuckerte Kupferkalkbrühe tatsächlich besser haftet wie die einfache, steht noch nicht mit Sicherheit fest. Girard stellt ihr Haftvermögen allen anderen Brühen voran, wohingegen Leplae (a. a. O. S. 19) ihr einen Platz nach der einfachen Kupferkalkbrühe anweist.

In jüngster Zeit gelangt unter der Bezeichnung Kukasa (abgekürzt aus Kupfer, Kalk, Saccharum) eine Mischung in den Handel, welche als Ersatzmittel für die selbstbereitete gezuckerte Kupferkalkbrühe dienen soll. Die daraus hergestellte Lösung bildet eine tiefblaue, klare Flüssigkeit, welche sehr leicht unter dem Einflusse von Licht und Atmosphärilien Kupfer abscheidet. Auf der Bildung des Doppelsalzes beruht die von Kelhofer zuerst wahrgenommene längere Haltbarkeit der gezuckerten Kupferkalkbrühe. Kulisch (Bericht Kolmar 1909. 1910. S. 44) fand, daß die Kukasabrühe bei ungünstiger Witterung recht beachtenswerte Er-

folge gegen Plasmopara lieferte und in ihrer Wirkung der Kupferkalk- und Kupfersodabrühe sowie der Brühe aus essigsaurem Kupfer gleichkam. Im übrigen wird es noch einer längeren Durchprüfung dieses Mittels bedürfen, bevor ein endgültiges Urteil über dasselbe abgegeben werden kann. Das Kalksaccharat ist wasserlöslich, weshalb schwer zu verstehen ist, inwiefern eine Erhöhung der Klebekraft durch dasselbe erfolgen kann.

Eine bemerkenswerte Beobachtung wurde von Lüstner (Ber. G. **1909**. S. 140) bei der Bestäubung von Reben mit einem Gemisch aus Ätzkalk- und Kukasapulver gemacht. Je größer nämlich die in der Mischung enthaltene Kukasamenge war, desto stärker verminderte sich die Anzahl der in den Gescheinen lebenden Heuwürmer (Conchylis). Bei 1% Kukasaanteil betrug sie beispielsweise 15,9%, bei 20% Anteil nur noch 1,8 und bei 50% Anteil sogar 0%.

Die Ersatzmittel für die Kupferkalkbrühe.

Neben ihrer starken fungiziden Kraft besitzt die Kupferkalkbrühe auch einige teils bei der Zubereitung, teils bei der Verwendung hervortretende Eigenschaften, welche in gewissen Fällen als Übelstand empfunden werden. Als solche kommen in Frage 1. die recht oft sich einstellende Schwierigkeit jederzeitiger Beschaffung eines guten, frisch gebrannten und namentlich auch pflanzenunschädlichen Kalkes. 2. Die Umständlichkeiten, welche sowohl das Ablöschen des Kalkes wie das Durchseihen der Kalkmilch bereiten. 3. Die Möglichkeit der Spritzenverstopfung durch Kalkteilchen. 4. Die Undurchdringlichkeit der Brühentröpfchen für das Licht, welche unter Umständen zu verminderter Assimilationstätigkeit führt. 5. Das starke Sichtbarwerden der Spritzflecken beim Eintrocknen und die hierdurch bedingte Verunschönung der Blätter, ein Übelstand, welcher sich namentlich gegenüber Ziersträuchern und Gewächshauspflanzen sehr bemerkbar macht. 6. Die flüssige Form überhaupt, weil sie ganz erhebliche Mengen von Wasser erfordert. 7. Die nach dem Behandeln der Pflanzen mit Kupferkalkbrühe gelegentlich auftretenden Beschädigungen. 8. Der verhältnismäßig hohe Preis des Kupfervitrioles.

Alle diese angeblichen oder auch tatsächlichen Übelstände sind der Grund dafür, daß neben der Kupferkalkbrühe noch verschiedene andere kupferhaltige Brühen Aufnahme gefunden haben.

Die Kupfersodabrühe (Burgundische Brühe, Kusobrühe).

Die sauren Eigenschaften der Kupfervitriollösung lassen sich auch durch Mischung mit einer Lösung von kohlensaurem Natron beseitigen. Zwischen den beiden Verbindungen findet eine Umsetzung statt, nach der Formel:

$$CuSO_4 + 5\,H_2O + Na_2CO_3 + 10\,H_2O = CuCO_3 + Na_2SO_4 + 15\,H_2O.$$

Hiernach würden sich die zur vollkommenen Neutralisierung von 1000 g Kupfervitriol erforderlichen Mengen kristallisierter Soda nach dem Ansatze

$$249{,}7 : 286{,}3 = 1000 : x$$

auf 1150 g und für calcinierte Soda nach dem Ansatze

$$249{,}7 : 106{,}1 = 1000 : x$$

auf rund 420 g berechnen.

In dieser einfachen Weise spielt sich nun aber die Umsetzung im allgemeinen nicht ab. Namentlich die Temperatur der beiden Lösungen, wie auch die Reinheit der Materialien und die Art des Einrührens bewirken, daß neben dem neutralen Kupferkarbonat und dem Natriumsulfat noch weitere Verbindungen entstehen können. Bei einer Temperatur von 15° wird nicht die gesamte Säure des Kupfervitriols sofort gebunden, ein Rest der freien Säure verschwindet vielmehr erst nach einiger Zeit, wie sich an der Hand eines Zusatzes von Ferrocyankaliumlösung zu dem angesäuerten Filtrat der Kupfersodabrühe nachweisen läßt. Reicht die Sodamenge zur Bindung des Kupfervitrioles nicht aus, so wird basisches Kupfersulfat gebildet. Ist ein Überschuß von Soda vorhanden, so kann unter Umständen Natriumbikarbonat gebildet werden, wobei die Kohlensäure von dem neutralen Kupferkarbonat, welches große Neigung zur Umsetzung in basisches Kupferkarbonat zeigt, abgegeben wird. Je nach der Stärke des Rührens ist diese Kohlensäureabgabe eine verschieden große. Auf diese Weise kommt als Endprodukt eine Brühe zustande, welche enthalten kann: 1. freies Kupfervitriol, 2. neutrales Kupferkarbonat, 3. basisches Kupferkarbonat, 4. basisches Kupfersulfat, 5. Natriumsulfat, 6. Natriumbikarbonat.

Hiermit hängt es auch zusammen, daß sämtliche Indikatoren keinen sicheren Aufschluß darüber geben können, ob eine Kupfersodabrühe als neutral, d. h. pflanzenunschädlich anzusehen ist oder nicht. Der Neutralisationspunkt ist eben veränderlich. Mit Rücksicht hierauf bildet nur die Anwendung möglichst reiner Materialien, die Herstellung der Mischung bei höherer Temperatur als 15° C. und die genaue Abwägung der Bestandteile das einzige zuverlässige Mittel zur Darstellung einer der Pflanze nicht nachteiligen Kupfersodabrühe. Eine der am meisten gebrauchten Vorschriften ist.

Vorschrift (58):	Kupfervitriol	1000 g
	kristallisierte Soda (98 v. H.)	1000—1200 g
	Wasser	100 l

oder

Vorschrift (59):	Kupfervitriol	1000 g
	calcinierte Soda	400—450 g
	Wasser	100 l

Herstellung: Kupfervitriol und Soda in je 50 l Wasser lösen, beide Lösungen mischen.

Bei Verwendung der geringeren Menge Soda bleibt zwar eine kleine Menge Kupfervitriol in Lösung. Dieselbe ist aber so gering, daß erfahrungsgemäß Blattverbrennungen ausgeschlossen sind.

Die Herstellung von Kupfersodabrühe durch Einrühren von feingepulvertem Kupferkarbonat in Wasser ist vollkommen zu verwerfen und zwar namentlich der schlechten mechanischen Beschaffenheit halber, welche eine derartige Brühe besitzt. Das eingerührte Kupferkarbonat setzt sich ungemein rasch zu Boden.

Ob in einem gegebenen Falle die Kupferkalk- oder die Kupfersodabrühe zu bevorzugen ist, hängt von zahlreichen Nebenumständen ab. Bei etwa gleich starken fungiziden Leistungen, gleich hoher Klebekraft und den nämlichen Her-

stellungskosten weist jede der beiden Brühen neben gewissen Vorzügen auch Schattenseiten auf.

Die Kupferkalkbrühe.	Die Kupfersodabrühe.
1. Bereitung etwas umständlich.	1. Bereitung einfach.
2. Kalk nicht jederzeit in guter Beschaffenheit erhältlich.	2. Soda jederzeit in der gewünschten Güte leicht zu beschaffen.
3. Brühe auf den Blättern gut sichtbar und deshalb für Ziergewächse nicht zu empfehlen.	3. Flecken weniger deutlich wahrnehmbar und darum für Ziergewächse geeignet.
4. Die Brüheflecken beschatten stark.	4. Beschattung durch Brüheflecken mäßig stark.
5. Spritzenverstopfung bei unachtsamer Herstellung häufig.	5. Spritzenverstopfung so gut wie ausgeschlossen.
6. Pflanzenbeschädigungen beobachtet.	6. Pflanzenbeschädigungen können leichter entstehen als bei der Kupferkalkbrühe.
7. Setzt langsam ab und verliert die flockige Beschaffenheit des Niederschlages auch nur langsam.	7. Verliert die feinflockige Beschaffenheit wesentlich schneller.
8. Mischung mit Arsen zulässig.	8. Nicht angängig.

Was den Verlust des günstigen flockigen Zustandes der Kupfersodabrühe anbelangt, so hat Neßler (W. B. **1889**. 269) gezeigt, daß hierbei das Mengungsverhältnis von Kupfervitriol und Soda eine wesentliche Rolle spielt. In einem Gemische von 1 kg $CuSO_4$: 1,3 kg Na_2CO_3 ging bereits nach 8—10 Stunden in einer Mischung von 1 kg $CuSO_4$: 1,15 kg Na_2CO_3 erst nach 24 Stunden die Entflockung des Niederschlages vor sich.

Das über die gebrauchsfertigen Mischungen oben ganz im allgemeinen Gesagte gilt im besonderen von den Kupfersodapulvern. Wird einfache kristallinische gepulverte Soda mit gepulvertem Kupfervitriol gemengt, so entstehen unbrauchbare Brühen, weil bereits beim Lagern Umsetzungen zwischen den beiden Bestandteilen stattfinden, welche der Anlaß zum Auftreten eines körnigen Niederschlages in der Brühe sind. Es ist versucht worden, diesem Übelstande durch Entwässerung der Soda abzuhelfen. Indessen hat sich doch gezeigt, daß auch die mit calc. Soda hergestellten Pulver sehr leicht verderben.

Was die Wirkungsweise der Kupfersodabrühe anbelangt, so besteht gegenwärtig die Annahme, daß das schwerlösliche neutrale Kupferkarbonat durch Kohlensäure aus der Atmosphäre in lösliches Kupferkarbonat übergeführt wird. Im übrigen herrscht auf diesem Gebiete noch weitgehende Unklarheit.

Verwendungsweise. Wie die Kupferkalkbrühe, so hat auch die Kupfersodabrühe bisher vorzugsweise Verwendung als Spritzmittel und nur vereinzelt als Beizmittel gefunden. Für insektizide Zwecke eignet sich die Brühe nicht, hauptsächlich deshalb, weil die Soda mit dem besten Insektizide, dem Arsen, lösliche, blattschädliche Verbindungen eingeht. Hierin besteht ohne Zweifel ein nicht zu unterschätzender Nachteil der Kupfersodabrühe.

Die Verwendung als Spritzmittel schließt sich vollkommen der von Kupferkalkbrühe an. Galloway (Bull. 3. D. V. P. 9) erzielte mit einer sechsmaligen Bespritzung von Rebstöcken verhältnismäßig gute Ergebnisse gegen die Schwarzfäule (black rot, Laestadia bidwellii); unbehandelte Stöcke wiesen 67,54 %, behandelte 13,53 % kranke Trauben auf.

Von wesentlicher Bedeutung für die Leistungen der Brühe gegenüber Plasmopara ist die auf der Flächeneinheit verspritzte Menge. Kulisch (a. a. O.) erzielte von 100 Rebstöcken bei 3 Bespritzungen mit 1prozent. Kupfersoda

400 l	auf den Hektar	26 kg Trauben
1200 „	„ „ „	52 „ „

Als Beizmittel wurde die Kupfersodabrühe von Pethybridge (Journ. Dept. Agric. Ireland **1910**. 241) für Saatkartoffeln gegen das Auftreten von Spongospora subterranea angewendet. Eine 24stündige Beize soll sehr günstige Ergebnisse gezeitigt haben.

Ergänzungen der Kupfersodabrühe.

Die aus gleichen Gewichtsmengen Kupfervitriol und kristallinische Soda zusammengesetzte Brühe kann durch Beigabe von Seifenlösung mit insektiziden Eigenschaften ausgestattet werden. Petroleumseifenemulsion eignet sich nach meinen Ermittelungen (L. J. 28. **1899**. 593) hierzu jedoch nicht, wohl aber Oranienburger Kernseife (2—3 %), Schmierseife (2—3 %), Harzseife aus 2 Teilen Harz, 1 Teile Soda und 8 Teilen Wasser (1—3 %). Das Absetzen des Niederschlages wird durch die Seifen verlangsamt. Perrin (Bull. Soc. Nat. Agr. France **1909**. 890) will beobachtet haben, daß die Konidien und Zoosporen von Plasmopara viticola unter der Einwirkung einer mit Schmierseife versetzten Kupfersodabrühe aufquellen und schließlich auseinanderplatzen, weshalb er diese noch über die Kupferkalkbrühe stellt. Auch gibt er an, daß die Brühe sogar in das Blattparenchym eindringe und hier das Pilzmyzel zerstöre. Beiden Angaben gegenüber ist große Vorsicht am Platze.

Von Galloway (Bull. 3. D. V. P. 9) ist der Versuch unternommen worden, die Kupfersodabrühe durch einen Zusatz von Leim in ihrer Klebekraft zu verbessern nach der

Vorschrift (60):	Kupfervitriol	300 g
	Soda	350 „
	Leim	250 „
	Wasser	100 l

Die Wirkung des Mittels wird tatsächlich auch durch den Leimzusatz erhöht, denn gegen Laestadia bidwellii, die Schwarzfäule der Reben, angewendet, lieferte dasselbe unter 7 weiteren Kupfermischungen die besten Ergebnisse, nämlich:

Brühe von gefälltem Kupferkarbonat .	86,47	v. H. gesunde Trauben.
Dieselbe mit Leimzusatz	100	„ „ „
Unter gleichen Verhältnissen unbespritzt	41,36	„ „ „

Leider beschädigt aber die leimige Mischung den Weinstock noch weit mehr als es die einfache Kupferkarbonatbrühe an und für sich schon tut. Sie wird deshalb noch weiteren Abänderungen unterworfen werden müssen, bevor sie sich zu einer allgemeinen Empfehlung eignet.

Das Geheimmittel Tenax besteht nach Kulisch (Bericht Kolmar **1907**, **1908**. 55) aus Kupfersulfat, Soda und essigsaurer Tonerde. Letztere soll zur Erhöhung des Klebevermögens dienen. Bei gleichem Kupfergehalt leistete ihm die Tenaxbrühe nicht wesentlich Besseres als die Kupfersodabrühe. Im Preise ist sie aber $2^1/_2$mal so teuer wie letztere.

Zur Erhöhung der Klebkraft hat Aschmann (J. a. pr. 63. **1899**. II. 142) vorgeschlagen, der Kupfersodabrühe Wasserglas, 1,5 l auf 100 l, beizufügen. Nachahmung hat dieses Verfahren allem Anscheine nach nicht gefunden.

Ein von der Firma Schlösing in Marseille unter der Bezeichnung Bouillie Schlösing hergestelltes hellblaues, ziemlich feines Pulver enthält

$CuSO_4$, krist.	57,59 %
CaO, gebr.	3,25 „
Soda, calc.	14 „
Glaubersalz, entwässert . . .	22,01 „
Wasser, Farbstoff usw. . . .	3,15 „
	100,00 %

Obwohl das Glaubersalz und die Soda dieses Pulvers entwässert worden sind, bildet es dennoch kein empfehlenswertes Präparat zur Herstellung einer Kupferbrühe, da ihm alle die auf S. 135 dargelegten Nachteile anhaften.

Die Benetzungskraft der Brühen steht, wie Vermorel und Dantony (C. r. h. 151. **1910**. 1144, C. r. h. 152. **1911**. 972) gezeigt haben, in Zusammenhang mit der Oberflächenspannung der Brühentropfen. Je schwächer diese ist, um so weniger besitzen die Tröpfchen Neigung Kugelform anzunehmen, um so weniger findet Abrollen der Tröpfchen von den Blättern usw. statt. Den Grad der Oberflächenspannung ermitteln sie in der Weise, daß sie aus einer Pipette (Duclaux) von bestimmter Gestaltung, Fassungskraft und Ausflußöffnung eine gemessene Menge Brühe ausfließen lassen. Je größer die Tropfenzahl, um so geringer ist die Obenflächenspannung und um so höher ist die Benetzungsfähigkeit. Als ein geeignetes Mittel zur Steigerung der letzteren erkannten sie Seife. Aber nicht alle Seifen leisten die gewünschten Dienste. Solche werden nur von der Natriumoleatseife verrichtet. Stearat- und Palmitatseifen sollen sich nicht dazu eignen. Diese Angaben hat Weinmann (Pr. a. v. 33. **1912**. I. 709) in ihrem ersten Teile bestätigt. Was die Art der Seife anbelangt, so fand er aber, daß die Oleatseife nicht besser wie andere Seife, z. B. weiße Marseiller Seife, wirkt. Unter Zugrundelegung einer alkalischen Kupfersodabrühe aus 1500 g $CuSO_4$, 800 g entwässerte Soda Solvay und 100 l Wasser erhielt er folgende Benetzungsfähigkeiten:

einfache Kupfersodabrühe	105 Tropfen
desgl. mit 500 g weißer Marseiller Seife . .	116 „
„ „ 1000 g „ „ „ . .	150 „

Wesentlich günstigere Ergebnisse noch aber wurden bei einer weiteren Ergänzung durch Schwefelleber (Polysulfures alcalins) erzielt und zwar:

	Tropfenzahl
1. einfache Kupfersodabrühe	105
2. desgl. mit 500 g Schwefelleber	108
3. wie Nr. 2, aber mit 500 g Marseiller Seife	223
4. wie Nr. 2, „ „ 1000 g „ „	260
5. wie Nr. 2, „ „ 2000 g „ „	266
6. wie Nr. 3, aber Oleatseife in Pulverform	262
7. wie Nr. 2, aber mit 5 l eines 2 v. H. Sapindusauszuges . .	142

Weinmann kommt auf Grund dieser Ergebnisse zu dem Schluß, daß ein Zusatz von Schwefelleber allein die Benetzungsfähigkeit der Kupfersodabrühe nicht erhöht, daß ein Zusatz von Schwefelleber und Seife dieses aber in sehr erheblichem Maße tut. In die fertiggestellte Kusobrühe ist zunächst die in wenigem Wasser aufgelöste Schwefelleber unter beständigem Umrühren und dann erst in kleinen Dosen die (heiße) Seifenlösung einzugießen.

Die Kupfersodabrühe kann nicht wie die Kupferkalkbrühe durch einen Zuckerzusatz vor der Verminderung ihres Gebrauchswertes geschützt werden. Dahingegen eignet sich für diesen Zweck nach Kulisch (Ber. Kolmar **1909**. **1910**. S. 44) eine Beigabe von 50—100 g eines löslichen weinsauren Salzes (saures weinsteinsaures Kali, Weinstein).

Kupferammoniaklösung (Azurin; Eau celeste).

Wie Kalk und Soda, so kann auch das Ammoniak als Mittel zur Abstumpfung des Kupfervitrioles benutzt werden. Beim Zusatz von Ammoniakflüssigkeit zu einer Kupfervitriollösung entsteht zunächst ein Niederschlag von Kupferhydroxyd, der sich aber in Gegenwart eines Überschusses von Ammoniak zu einer klaren, dunkelblauen Flüssigkeit auflöst. Dieser Färbung verdankt das Gemisch den Namen Azurin und Eau celeste. Nach Leplae soll der Vorschlag zur Herstellung dieses Mittels von Audoynaud ausgegangen sein.

In der Beurteilung der ammonikalischen Kupfervitriollösung stehen sich die Meinungen ziemlich schroff gegenüber. So behauptet Rossel (Behandlung der Reben gegen den falschen Mehltau S. 123), daß dieselbe allen anderen Kupfer enthaltenden Gemischen vorzuziehen sei, weil sie eine Verstopfung der Spritzen niemals eintreten lasse und ihre Haftfähigkeit auf den Blättern besser als diejenige der Kupferkalkbrühe sei. Der nämlichen Ansicht ist Chmjelewski (Z. f. Pfl. **1892**. 97), welcher zum Vergleich eine 2 kg Kupfervitriol, 1 kg Kalk und 130 l Wasser enthaltende Kupferkalkbrühe verwendete. Flecken von Azurin wurden nach seinen Beobachtungen durch einen 5—7 Stunden nach dem Aufspritzen eintretenden Regen nicht hinweggewaschen, während dieser auffallenderweise die Flecken von Kupferkalkbrühe, selbst wenn sie sich bereits 24 Stunden lang auf den Blättern befunden hatten, rasch wegspülte. Auf der anderen Seite stehen aber diesen günstigen Urteilen so gewichtige Bedenken und ungünstige Wahrnehmungen

gegenüber, daß über die Minderwertigkeit des Mittels kein Zweifel bestehen kann. Das Azurin enthält einen Überschuß von Ammoniak. Ein solcher wirkt aber ebenso schädlich auf die Pflanze ein, wie ungebundene Kupfervitriollösung. Dazu kommt, daß der käufliche Ammoniak von sehr verschiedener Stärke ist, was die Herstellung eines Gemisches von jederzeit gleichmäßiger Beschaffenheit sehr erschwert. Ein weiterer Nachteil des Azurins ist es, daß seine Anwesenheit auf den Blättern nicht ohne weiteres erkannt wird, wie das bei den Brühen der Fall ist. Von Barth (Die Bekämpfung der Blattfallkrankheit) wurde mit Recht auch darauf hingewiesen, daß die klaren Tropfen des Azurins leicht bei Bestrahlung durch die Sonne die Funktion von Brennlinsen annehmen und dadurch zu Verletzungen der Blätter Anlaß geben können. Endlich ist auch die Klebekraft sehr viel geringer als die der Kupfersoda- und Kupferkalkbrühe. Neuerdings werden die aus einer konzentrierten Kupferammoniaklösung sich abscheidenden Kristalle getrocknet und in den Handel gebracht. Zwei besonders häufig anzutreffende Marken sind das Kristallazurin Mylius und Sigwart. Den Spritzmitteln, welche aus ihnen hergestellt werden, haften naturgemäß die nämlichen Nachteile an, wie der selbstbereiteten Lösung. Es kommt aber noch hinzu, daß die mit Kristallazurin bereiteten Brühen viel zu teuer sind. Fischer (Ber. G. **1907**. 22) erzielte mit 0,25- und 0,5prozent. Lösungen unzureichende Erfolge gegenüber Plasmopara auf Weinstöcken.

Verbesserte Kupferammonlösung.

Durch Zusatz bestimmter Seifen läßt sich die Kupferammoniaklösung auch mit insektiziden Eigenschaften versehen. Sehr gute Haltbarkeit und mechanische Beschaffenheit besitzen, wie ich gezeigt habe (L. J. 28. **1899**. S. 593), folgende Mischungen:

Vorschrift (61):	Kupfervitriol	500 g
	Ammoniak 16° B.	750 ccm
	Wasser	100 l

mit einem Zusatz von Kernseife 2—3 %, Schmierseife 3 %, Harzseife (2 : 1 : 8) 3 %. Dagegen gibt diese Vorschrift mit Petroleumseifenemulsion eine unbrauchbare Mischung. Die seifige Kupferammoniaklösung ist undurchsichtig, weshalb bei ihr Blattverbrennungen unter Mitwirkung der Sonne zu den Unmöglichkeiten gehören.

Durch die Verminderung des Ammoniaküberschusses auf das geringste zulässige Maß läßt sich die Brauchbarkeit der Brühe noch weiter erhöhen. Als das weitaus beste Fungizid unter 25 ähnlichen Mitteln bezeichnete Fairchild (J. M. 7. 338) die seifige Kupferammoniakbrühe nach der

Vorschrift (62):	Kupfervitriol	400 g
	Ammoniak 26° B.	20 ccm
	Palmölseife	1,25 kg
	Wasser	100 l

Herstellung: Das Kupfervitriol mit der Hälfte des Wassers lösen und mit dem Ammoniak versetzen; in der andern Hälfte Wasser die Seife zergehen lassen; schließlich beide Flüssigkeiten durcheinanderrühren.

Von Targioni-Tozzetti und Del Guercio (L'amico del contadino **1894**. Nr. 13, Z. f. Pfl. **1895**. 291) wurde eine seifige Kupferammoniakbrühe empfohlen nach der

Vorschrift (63):	Seife	3 kg
	Kupfervitriol	0,5 „
	Ammoniak	1—1,5 l
	Wasser	100 l

Der Seifengehalt erscheint in dieser Brühe etwas hoch gegriffen, ebenso wie die Ammoniakmenge.

Liquor ammonii caustici 16° B. Ph. G. V. hat einen Kilopreis (E. Merck, Preisliste 1913) von 0,40 M, während 1 kg Ammoniak von 26° B. 0,70 M kostet.

Kupfervitriolkalimischung.

Die Kupfervitriolkalibrühe enthält neben dem unlöslichen Kupferhydroxyd auch noch gelöstes schwefelsaures Kali, welches entweder schon beim Eintrocknen oder später, bei erneuter Lösung durch Regentropfen, leicht Beschädigungen des Laubes hervorruft. Das Mittel muß schon aus diesem Grunde hinter die Kupferkalkbrühe gestellt werden. Eine Brühe aus 70 g Kupfervitriol und 30 g Kaliumhydroxyd auf 100 l Wasser wandte Galloway (J. M. 7. 195) gegen Rost im Winterweizen an, indem er den letzteren alle 10 Tage damit bespritzte. Bei Sommerweizen und Hafer erzielte er mit einer Brühe aus 400 g Kupfervitriol, 700 g Kalilauge und 100 l Wasser zwar rostfreie Pflanzen, aber keine Ertragserhöhung. Nach ihm hat Fairchild diese Brühe noch durch einen weiteren Zusatz von Zucker zu verbessern versucht. Er mischte 400 g Kupfervitriol, 400 g Kalilauge und 400 g Zucker auf 100 l Wasser.

Herstellung: Aus dem Kupfervitriol eine gesättigte Lösung in Wasser herstellen, den Zucker hinzusetzen, erhitzen und schließlich unter leichtem Weitererhitzen das in dem Reste des Wassers gelöste Kali hinzufügen. Richtig zubereitet ergibt sich eine lebhaft dunkelgrüne Brühe, während eine rote Färbung des entstehenden Gemisches auf eine unrichtige Herstellungsweise schließen läßt.

In Amerika hat die Brühe keinen Anklang gefunden, ebenso ist sie in Europa nicht im Gebrauch.

Brühe von ammoniakalischem Kupferkarbonat.

Durch Mischung von Kupferkarbonat mit Ammoniak im Überschuß wird eine Flüssigkeit gewonnen, welche an Stelle des schwefelsauren Ammoniaks im eau celeste kohlensaures Ammoniak enthält und deshalb weniger leicht Anlaß zu Pflanzenbeschädigungen gibt, im übrigen aber die Vorzüge und Mängel wie das eau celeste besitzt. Das Mittel ist längere Zeit hindurch in den Vereinigten Staaten viel verwendet worden, hat schließlich aber der brauchbareren Kupferkalkbrühe weichen müssen. Gegenwärtig wird es noch empfohlen für Bespritzungen während der vorgeschrittenen Jahreszeit.

Galloway wandte das Mittel versuchsweise innerlich bei Weizen gegen das Auftreten des Rostes an. Eine nach der Vorschrift: 100 g basisches Kupferkarbonat, 75 g Ammoniak von 26° B. und 100 l Wasser zubereitete Mischung bewirkte Schwächung der Keimkraft, verringerte Bestockung und eine Verminderung des Erntequantums, ohne das Auftreten des Rostes verhindern zu können.

Äußerlich hat die Brühe gegen Plasmopara viticola sowie gegen die Schwarzfäule der Reben (Laestadia bidwellii) und namentlich gegen parasitäre Pilze der Obstbäume sowie des Beerenobstes Anwendung gefunden.

Puccinia.

Von einer alle 10 Tage wiederholten Bespritzung des Winterweizens hatte Galloway (J. M. 7. 195) gute Erfolge zu verzeichnen. Die Pflanzen blieben dabei frei von Rost. Dahingegen war eine in 20tägigen Pausen ausgeführte Bespritzung von geringer Wirkung, sie verminderte die Zahl der rostigen Pflanzen nur um $33^1/_3$ %.

Swingle (J. M. 7. 195), welcher in ganz derselben Weise experimentierte, erhielt dahingegen recht ungünstige Ergebnisse, nämlich

behandelt:	81,7 % rostige Pflanzen
unbehandelt:	82,0 „ „ „

Nach Pierce (J. M. 7. 354) ist Vorschrift 64 ein sehr gutes Vertilgungsmittel gegen Puccinia pruni Pers. auf Pflaume, Pfirsich, Aprikose, Kirsche und Mandel.

Laestadia.

Wilson (Bull. 253. Ithaka, N.-Y. 375) ersetzt bei der Bekämpfung der Schwarzfäule vom 20. Juli ab die Kupferkalkbrühe durch die ammoniakalische Kupferkarbonatbrühe, weil durch die letztere die Trauben weniger beschmutzt werden als durch die erstere. Auch Galloway (J. M. 7. 16) bezeichnet die Brühe als ein sehr brauchbares Mittel gegen Lestadia. Mit einer 100 g basisches Kupferkarbonat auf 100 l Wasser enthaltende Brühe vermochte er bei 4 Bespritzungen (30. April, 15. und 30. Mai, 14. Juni) die Krankheit von 45 % auf 0,6 % herabzumindern. Noch etwas besser bewährte sich ein sogenanntes „verbessertes" Azurin aus

Vorschrift (64):	Kupfervitriol	1 kg
	Soda	1,25 „
	Ammoniak (26° B.)	750 ccm
	Wasser	100 l

Bei 6maliger Anwendung derselben wurde an Stelle von nur 38,33 % fäulefreien Trauben deren 98,06 % erzielt. Als die geeignetste Verwendungsweise des Mittels bezeichnet er die folgende: Beim Öffnen der Knospen erste Bespritzung. Diese hat besonders das neue Fruchtholz zu berücksichtigen. Nach 10—12 Tagen zweite Bespritzung. Sobald die Frucht angesetzt hat: dritte Bespritzung. Wenn anhaltendes Regenwetter, dann die Bespritzungen in 14tägigen Zwischenräumen bis zum Eintritt der Reife wiederholen. Bei normaler Witterung sind durchschnittlich 6, bei regnerischer Witterung 8 Besprengungen erforderlich. Für die ersten drei Besprengungen kann Kupferkalkbrühe benutzt werden.

Septoria. Gloeosporium.

Halsted (Jahresber. 1891. 1892. 1893. Vers. Neu Jersey) hat ammoniakalische Kupferkarbonatbrühe mit Vorteil gegen Gloeosporium fructigenum Berk. und Septoria cerasina Peck verwendet. Gegen Septoria rubi auf Himbeere und Brombeere hat sich nach Goff (J. M. 7. 22. 23) die Brühe nicht allenthalben bewährt. Beide Pflanzenarten sind weit empfindlicher gegen diese Brühe als z. B. Apfelbäume. Das Laub der Brombeere leidet weniger als das der Himbeere. Die Wirkung des (3—6maligen) Bespritzens ist aus nachfolgenden Angaben zu entnehmen. Es lieferten auf gleiche Verhältnisse berechnet:

Himbeere			Brombeere		
3mal gespritzt	90,32 kg	Früchte.	6mal gespritzt	106,94 kg	Früchte.
nicht „	146,55 „	„	nicht „	83,33 „	„
4mal „	29,12 „	„	6mal „	221,87 „	„
nicht „	106,21 „	„	nicht „	205,48 „	„

Demnach empfiehlt sich das Mittel nicht zur Anwendung für Himbeersträucher.

Cladosporium.

Von Swingle und Webber (Bull. 8. D. V. P. 24) wurde eine Brühe aus

Vorschrift (65):	Kupfervitriol	100 g
	frisches kohlensaures Ammonium .	200 „
	Wasser	100 l

gegen den Schorf (Cladosporium spec.) der Zitronen empfohlen.

Herstellung: Kohlensaures Ammoniak in heißem Wasser lösen, Kupfervitriol in 50 l Wasser lösen und sobald das Schäumen des kohlensauren Ammoniakes beendet ist, langsam dem letzteren hinzugießen; Umrühren bis kein Aufschäumen mehr stattfindet. Falls das kohlensaure Ammoniak nicht frisch zubereitet ist, müssen an Stelle von 200 g 235 g verwendet werden.

Die 1. Bespritzung: unmittelbar nach dem Abfallen der ersten Blütenblätter. 2. Bespritzung: 2—3 Wochen später. 3. Bespritzung: nach dem Fallen der letzten Blüten. 4. Bespritzung: sobald die jungen Früchte Erbsen- bis Haselnußgröße besitzen. Bei vorherrschend feuchtem Wetter sind noch weitere Behandlungen nötig. Bei den einschlägigen Arbeiten ist darauf zu sehen, daß die Früchte recht gleichmäßig und dünn mit dem Mittel benetzt werden. Eine Überbrausung der Blätter ist nicht notwendig.

Cylindrosporium.

Cylindrosporium padi wird, wie Versuche von Fairchild (J. M. 7. 249) ergaben, in sehr befriedigendem Umfange von den Pflanzen ferngehalten. Die Zahl der erkrankten und deshalb vorzeitig gefallenen Blätter betrug bei seinen Versuchen.

Bei Kirschen:

	auf Mahalebunterlage			auf Mazzardunterlage		
	Windsor	Gelbe span.	Montmorency	Windsor	Gelbe span.	Montmorency
unbehandelt	54,8 %	21,3 %	8,5 %	13,7 %	8,7 %	24,2 %
5 Bespritzg.	8,0 „	6,4 „	10,3 „	5,0 „	4,2 „	6,3 „
6 „	7,8 „	6,4 „	4,0 „	5,3 „	4,6 „	6,8 „

Bei Pflaumen:

	auf Myrobelanunterlage			auf Marianneunterlage		
	frühe Ertragreiche	Purpureier-pflaumen	Italiener-pflaumen	frühe Ertragreiche	Purpureier-pflaumen	Italiener-pflaumen
unbehandelt	312,5 %	123,3 %	52,8 %	311,2 %	143,2 %	177,2 %
5 Bespritzg.	69,8 „	36,3 „	15,8 „	98,8 „	39,1 „	16,8 „
6 „	115,8 „	32,8 „	8,2 „	63,3 „	45,1 „	17,5 „

Entomosporium.

Fairchild (J. M. 7. 240) erzielte ganz beachtenswerte Erfolge gegen E. maculatum auf Birne. Es wurden gezählt bei Wildlingen von

	französischer	amerikanischer Birne	japanischer	
unbehandelt . .	21,0%	36,10%	41,2%	entblätterte Stämmchen.
3mal gespritzt .	15,0 „	28,92 „	10,0 „	„ „
7 „ „ .	13,8 „	16,29 „	17,2 „	„ „

Cercospora.

Für die Bekämpfung von Cercospora circumscissa Sacc. auf Mandelbäumen empfiehlt Galloway (J. M. 7. 77. 78) die nämliche Vorschrift. Mit derselben Mischung experimentierte auch Pierce (J. M. 7. 232—239). Durch zwei Besprengungen erzielte er einen Laubbestand von 80—98%, wohingegen die unbehandelten Mandelbäume nur noch zwischen 2 und 8%, in einem einzigen Falle 45% ihres Laubes trugen.

Fusicladium.

Weiter eignet sich nach Goff (Bull. 23. d. Versuchsstat. f. Wisconsin) die ammoniakalische Kupferkarbonatbrühe ganz vorzüglich zur Bekämpfung des Apfelschorfes (Fusicladium dendriticum Fckl.). Durch 2—3 Bespritzungen mit je 1 Woche Zwischenraum vermochte er die Krankheit fast vollständig von Blättern und Früchten fern zu halten. Interessant ist auch folgender Versuch (J. M. 7. 17—22.)

	Mittlerer Fruchtertrag in Prozenten			Gewicht von 100 Früchten in Unzen		
Qualität:	1.	2.	3.	1.	2.	3.
2mal gespritzt (31. V., 28. VI.)	2,35	31,54	66,10	154	243	172
4mal gespritzt (31. V., 16. u. 28. VI., 14. VII.)	5,57	43,01	51,41	280	254	182
6mal gespritzt (31. V., 16. u. 28. VI., 14. u. 25. VII., 16. VIII.)	5,82	34,10	60,07	262	242	181
8mal gespritzt (31. V., 16. u. 28. VI., 14. u. 25. VII., 6. u. 19. VIII., 2. IX.) . . .	5,95	44,99	49,05	288	267	198
1mal vor der Blüte (7. V.) 3mal nach der Blüte (31. V., 16. u. 28. VI.) . . .	23,10	51,84	25,05	283	255	198
unbespritzt	2,57	32,84	64,78	307	259	189

Das Ergebnis des vorstehenden Versuches lehrt, daß ohne eine Bespritzung vor der Blüte selbst durch eine 8malige Behandlung nicht entfernt der Erfolg zu erzielen ist, als mit einer frühzeitigen Bespritzung (s. o. Kupferkalkbrühe). Für die Praxis erscheint es deshalb angezeigt, mindestens eine der Zuführungen von ammoniakalischer Kupferkarbonatbrühe vor dem Aufbrechen der Apfel-, bez. Birnenblüten erfolgen zu lassen. Galloway (Farmers Bull. Nr. 7) schreibt wenigstens 4 Spritzungen vor und zwar eine erste während des Öffnens der Blüten, die übrigen in 12—14tägigen Zwischenräumen. Die Anwendung des Mittels vor dem Eintritt der Blüte scheint indessen noch wirksamer zu sein.

Ergänzte ammoniakalische Kupferkarbonatbrühe.

Die ammoniakalische Kupferkarbonatbrühe verträgt den Zusatz von Kernseife (2—3 %), Schmierseife (2—3 %) und Harzseife (2—6 % 218). Durch die Harzseife wird die Klebekraft wesentlich erhöht (Hollrung, L. J. **1899**. 593).

Cuprum carbonicum purum kostet (E. Merck, Preisliste 1913) 2,40 M das Kilogramm.

Kupfervitriolkochsalzbrühe.

Von Sutton (A. G. N. Bd. 21. **1910**. 289) wurde die nachstehende Brühe

Vorschrift (66):	Kupfervitriol	2 kg
	Kochsalz	2 „
	Wasser	100 l

als Beizmittel zur Befreiung der Weizensaat von Steinbrand (Tilletia) verwendet. Die Beizdauer hat 5 Minuten zu betragen. Nach den bis jetzt vorliegenden Angaben über dieses Beizmittel soll es der Kupferbeize überlegen sein.

Salpetersaures Kupferoxyd.

Eine 1 ‰-Lösung von Kupfernitrat verhindert die Auskeimung der Uredosporen von Puccinia coronata in beträchtlichem Maße (Hitchcock und Carleton, Bull. 38. Versuchsst. f. Kansas).

Metaborsaures Kupferoxyd, CuB_4O_7.

Das pulverförmige Kupferborat ist von Lodemann (Bull. 35 der Cornell-Universität), die Kupferboratbrühe von Galloway als Bekämpfungsmittel für Pflanzenkrankheiten eingeführt worden. Fairchild (J. M. 7. 338) stellte Versuche an mit einer Kupferboratbrühe aus 400 g Kupfervitriol, 430 g Borax und 100 l Wasser.

Die Umsetzung erfolgt nach der Formel:

$$CuSO_4 + 5H_2O + Na_2B_4O_7 + 10H_2O = CuB_4O_7 + Na_2SO_4 + 15H_2O$$

Kupferboratbrühe ist vollkommen unschädlich für das Laub der Birnbäume, haftet besser wie ammoniakalische Kupferkarbonatbrühe und hält mit mehr Erfolg wie letztere die Blattfleckenkrankheit, Entomosporium maculatum, zurück. Dahingegen ist die Deckkraft geringer.

Eine in 10tägigen Zwischenräumen erfolgende Besprengung von Wintergetreide mit Kupferboratbrühe ist ein gutes Mittel zur Fernhaltung des Rostes.

Galloway verwandte für diesen Zweck eine aus 70 g Kupfervitriol, 180 g Borax und 100 l Wasser bestehende Mischung mit folgendem Ergebnis:

unbehandelt 37 Rostpflanzen
behandelt 0 „

Ähnlich gute Resultate erhielt er bei Sommerweizen und Hafer. Für diese benutzte er 400 g Kupfervitriol, 430 g Borax und 100 l Wasser.

Das am 6., 16., 20. Juni und 5. Juli damit besprengte Getreide blieb rostfrei und lieferte eine Ernte von 9 Einheiten Körnern, gegenüber $8^1/_2$ Einheiten von unbehandeltem Getreide.

Phosphorsaures Kupferoxyd.

Eine Brühe aus 59,6 g Kupfervitriol, 104,2 g Natriumphosphat und 15,144 l Wasser wurde von Galloway (J. M. 7. 195) als Bekämpfungsmittel gegen den Getreiderost versuchsweise angewendet. Hafer, sowie Sommerweizen, welcher am 6., 16., 20. Juni und 5. Juli mit dem Mittel besprengt wurde, lieferte zwar rostfreie Pflanzen, aber eine verminderte Ernte, nämlich $8^1/_3$ Einheiten gegenüber 10.

Nach ihm beschäftigte sich Fairchild (J. M. 7. 338) mit dem Mittel, dem er die Zusammenstellung gab: 400 g Kupfervitriol, 700 g Natriumphosphat und 100 l Wasser. Die Umsetzung erfolgt nach der Formel:

$$CuSO_4 + 5H_2O + Na_2HPO_4 + 12H_2O = CuHPO_4 + Na_2SO_4 + 17H_2O.$$

Wenn Kupfervitriol und phosphorsaures Natron im richtigen Verhältnis gemischt werden, so enthält die über dem entstehenden himmelblauen Niederschlag verbleibende Flüssigkeit kein freies Kupfervitriol. Die Vorschrift von Galloway entspricht diesen Anforderungen.

Kupferphosphatbrühe deckt und haftet auf den Blättern besser wie ammoniakalisches Kupferkarbonat, hält die Krankheit besser zurück und beschädigt das Laub der Birnbäume nicht.

Kieselsaures Kupferoxyd, Cu_2SiO_4.

Fairchild (J. M. 7. 338) stellte eine Kupfersilikatbrühe aus 400 g Kupfervitriol, $1^1/_4$ kg Natronsilikat (Wasserglas) und 100 l Wasser her. Die Umsetzung erfolgt nach der Formel:

$$2CuSO_4 + 5H_2O + Na_4SiO_4 = Cu_2SiO_4 + Na_4(SO_4)_2 + 10H_2O.$$

Freie Schwefelsäure soll in der Flüssigkeit nicht vorhanden sein. Das vorstehende Gemisch ist unschädlich für Birnenblätter, deckt gut, haftet ungenügend und wirkt nicht gleich gut wie ammoniakalische Kupferkarbonatbrühe gegen die Blattfleckenkrankheit der Birnen, Entomosporium maculatum.

Kupferferrocyanür.

Das Mittel ist bisher nur von Galloway (J. M. 7. 195) zur Verhütung des Getreiderostes benutzt worden. Er bespritzte in 10tägigen Pausen Winterweizen mit einer Mischung von 70 g Kupfervitriol und 160 g gelbem Blutlaugensalz in 100 l Wasser mit dem Erfolge, daß der behandelte Weizen nur 8, der

unbehandelte aber 25 Rostpflanzen erzeugte. Bespritzungen von Hafer und Sommerweizen am 6., 16., 20. Juni und 5. Juli mit der Mischung Kupfervitriol 400 g, gelbes Blutlaugensalz 600 g, Wasser 200 l hatten einen ungünstigen Ausgang insofern, als das Körnergewicht der unbehandelten Pflanzen 8,5, das der bespritzten nur 7 Einheiten betrug.

Für den Feldbetrieb kommen Aufspritzungen rostverhütender Mittel überhaupt nicht in Frage.

Verbindungen des Kupfers mit der Essigsäure.

Mit der Essigsäure bildet das Kupfer ein basisches und ein neutrales Salz. Beide sind für pflanzenpathologische Zwecke, namentlich in Frankreich, nutzbar gemacht worden. Die Kupferacetatbrühen sind wenig sichtbar auf den Blättern, außerdem riefen sie leicht Blattverbrennungen hervor. Ältere Vorschriften pflegen keinen Unterschied zwischen Brühe von basischem und neutralem Kupferacetat zu machen In neuerer Zeit wird vorzugsweise die Brühe aus dem neutralen Salze verwendet.

Mit Rücksicht auf den starken Verbrauch von Kupferacetat in Frankreich hat die Regierung dieses Landes ein bestimmtes Verfahren zur Gehaltsermittlung vorgeschrieben. Von der mindestens 250 g großen Durchschnittsprobe sind 25 g in Wasser zu lösen, mit einigen Tropfen Schwefelsäure zu versetzen, auf 500 ccm zu verdünnen und zu filtrieren. 20 ccm des Filtrates gleich 1 g, sind mit 1 ccm konzentr. Schwefelsäure zu versetzen und zum Vertreiben der Essigsäure bis zum Auftreten von Schwefelsäurenebeln zu verdampfen. Das entstandene $CuSO_4$ ist nach dem auf S. 119 angegebenen Verfahren weiter zu behandeln.

Basisches Kupferacetat, $Cu(C_2H_3O_2)_2 + CuO + 6H_2O$.

Im Handel trägt dasselbe die Bezeichnungen Grünspan, Aerugo coeruleus, Aerugo viridis, Cuprum aceticum basicum, Cuprum subaceticum, franz. verdet gris und bildet ein grünblaues, feines, in Wasser lösliches Pulver. Beim Anrühren mit Wasser zersetzt es sich nach einiger Zeit in neutrales vollkommen lösliches Kupferacetat und unlösliches Kupferhydroxyd. Letzterem ist es zuzuschreiben, daß die Brühen von basischem Kupferacetat sehr gut auf den Blättern haften.

Brühen mit mehr als 1 % sind nach Chuard und Porchet (M. W. K. **1907**. 20) nicht zu empfehlen, da sich die Klebekraft der Brühe aus basischem Kupferacetat um so mehr verringert, je stärker die Lösung ist. Sie erklären dieses eigentümliche Verhalten damit, daß die Haftfähigkeit dieses Mittels auf chemischen Veränderungen beruht, welche in um so vollkommenerem Grade vor sich gehen, je verdünnter die Lösung des Salzes ist. Den von Gastine empfohlenen Kaolinzusatz verwerfen die beiden Obengenannten. Zur Erhöhung der Klebekraft soll es nach Carles (J. a. pr. **1900**. I. 746) dienen, wenn einige Liter Wasser durch Milch ersetzt werden. Die gesteigerte Wirkung wird dem gebildeten Kupfercaseat zugeschrieben.

Mit dem Namen Languedoc=Brühe hat Carles (J. a. pr. 64. I. **1900**. 745) eine Mischung nach der

Vorschrift (67):	Basisches Kupferacetat	750 g
	ungebrannter, gemahlener Gips .	1200 „
	Wasser	100 l

belegt. Obwohl diese Brühe bequemer als die Kupferkalkbrühe herzustellen ist, hat sie sich doch nicht einzubürgern vermocht. Sie dürfte leicht Spritzen=verstopfungen herbeiführen.

Der Preis des Cuprum subaceticum raff. pulv. beträgt (E. Merck, Preis=liste 1913) 1,90 M für 1 kg.

Neutrales Kupferacetat, $Cu(C_2H_3O_2)_2 + H_2O$.

Das im Handel als kristallisierter Grünspan, destillierter Grünspan, Aerugo crystallisata, Cuprum aceticum neutrum, franz. verdet neutre, ital. acetato neutro di rame bezeichnete neutrale Kupferacetat ist von blaugrüner Farbe und kristallinischer Beschaffenheit, enthält 31 % metallisches Kupfer und löst sich leicht in der fünffachen Gewichtsmenge siedenden Wassers bezw. in der 7--10fachen Gewichtsmenge Wasser von 15 ° C. Obwohl die Lösung eine vollkommen klare Flüssigkeit bildet, haftet sie doch sehr fest auf den Blättern, was darauf zurück=zuführen ist, daß unter dem Einflusse der Umgebung aus dem neutralen das basische Kupferacetat entsteht.

Nach Beucker (Pr. a. v. **1890**. 510) war das neutrale Kupferacetat bereits um das Jahr 1890 bei den französischen Weinbauern in Gebrauch und auch heute noch wird es von diesen vielfach bei der Bekämpfung von Plasmopara viticola und Laestadia bidwellii der Kupferkalkbrühe vorgezogen. Auch in Italien ist (von Briosi L'agricoltura moderna) die Beobachtung gemacht worden, daß basisches und neutrales Kupferacetat gegen den falschen Mehltau der Weinstöcke besser wirkt als Kupferkalk.

In Deutschland hat das Mittel bisher nicht festen Fuß zu fassen ver=mocht, was wohl damit zusammenhängt, daß die hier unternommenen Prüfungen desselben zu ungleichartigen Ergebnissen geführt haben. So erzielte Fischer (Ber. G. **1907**. 22) mit einer 0,5 und 1 % starken Brühe von neutralem essigsauren Kupfer unbefriedigende Erfolge, während Kulisch (Bericht Kolmar 1907. **1908**. S. 52) die Brühen von Kupferacetat dahin kennzeichnet, daß sie den Vorzug ein=facher Herstellungsweise und langer Haltbarkeit bei gleicher Wirkungskraft wie die Kupferkalk= und Kupfersodabrühen, dagegen etwas höheren Preis wie diese letzteren besitzen. Französischerseits werden dem neutralen Kupferacetat neben der Leichtlöslichkeit in kaltem Wasser, Gefahrlosigkeit für die Blätter sowie un=mittelbare, auch in Regenzeiten anhaltende Wirksamkeit nachgerühmt.

Die Verwendung der Kupferacetatbrühe.

Phytophthora.

Von Pearson (Garden and Forest. N.=Y. Bd. 4. 52) wird eine 1,25 prozent. Mischung als ebenso wirksam gegen die Kartoffelkrankheit (Phytophthora infestans

de By.) bezeichnet wie die Kupferkalkbrühe. Dahingegen kann nach Sturgis (1893 Jahresber. Versuchsst. f. Connecticut 72) Phytophthora phaseoli durch das Mittel nicht wirksam bekämpft werden. Für die Fernhaltung des falschen Mehltaues der Weinstöcke (Plasmopara) werden in Frankreich üblicherweise 3 Behandlungen mit verdet neutre ausgeführt, die erste mit 0,5 %, die zweite mit 0,7 %, die dritte mit 0,8 %.

Puccinia.

Ein 1 ‰-Lösung verhindert die Auskeimung der Uredosporen von Puccinia coronata (Hitchcock und Carleton, Bull. 38. Versuchsst. f. Kansas). Gegen den Rost auf Sommergetreide erzielte Galloway (J. M. 7. 195) bemerkenswerte Ergebnisse. Er verwendete eine 3 prozent. Brühe zu Bespritzungen am 6., 16., 20. Juni und 5. Juli, wonach er erhielt

behandelt:	11 Einheiten Körner	(Pflanzen fast ganz frei von Rost)
unbehandelt:	8,5 „	(Pflanzen über und über mit Rost bedeckt).

Laestadia.

Rathay und Havelka (Die Weinlaube 1892. 158) haben festgestellt, daß die Keimfähigkeit der Sporen der Schwarzfäule (Laestadia bidwellii) durch ein 20 Minuten langes Verweilen in 0,5 prozent. Kupferacetatlösung vernichtet wird. Hiermit im Einklang steht eine Beobachtung von Galloway (J. M. 7. 12), dem es gelang, das Auftreten von black rot durch eine 1 prozent. Lösung von 37,5 % auf 0,6 % herabzumindern. Dabei wurden aber die Blätter durch die Kupferacetatbrühe leicht beschädigt. In Frankreich wird die Schwarzfäule in der Weise bekämpft, daß zunächst 2 Bespritzungen mit Kupferkalkbrühe erfolgen und alsdann eine dreimalige Behandlung mit einer 0,3 prozent. verdet neutre-Lösung in 10tägigen Zwischenräumen vorgenommen wird.

Das Cuprum aceticum neutrale crystallisatum besitzt (E. Merck, Preisliste 1913) einen Preis von 2,60 M für 1 kg.

Gerbsaures Kupfer.

Den aus schwefelsaurem Kupfer hergestellten Brühen wird von den Weinbauern unter anderem der Vorwurf gemacht, daß sie dem Weine einen ganz typischen Nebengeschmack verleihen (gekupferte Weine). Demgegenüber soll das gerbsaure Kupfer den Vorteil besitzen, die Güte des Weines nicht zu beeinträchtigen. Ferner schädigt es selbst junges Weinlaub nicht und als klare Lösung verstopft es auch niemals die Rebspritzen.

Vorschrift (68):	Eichenlohe	20 kg
	Kupfervitriol	1 „
	Wasser	100 l.

Herstellungsweise: Die Eichenlohe grob zerkleinert, in 50 l Wasser unter Ersatz des Verdampfenden eine Stunde lang auskochen, alsdann klare Flüssigkeit abgießen. Kupfervitriol in 2–3 l Wasser auflösen und den Eichenlohenauszug hinzufügen. Zum Schluß das Gemisch mit dem Rest des Wassers auf 100 l Brühe bringen (Joué und Crouzel, Répertoire de Pharmacie. Paris 1895. 185, B. C. 1896. 60).

Verwendungsweise: Erste Bespritzung sobald als die Triebe 8—10 cm lang sind. Zweite Bespritzung nach der Blüte. Dritte Behandlung gegen Mitte Juli unter Anwendung von 1,5 kg Kupfervitriol an Stelle von 1 kg.

Arsen.

Die Arsenverbindungen sind ausgezeichnete Insektizide gegen alle mit beißenden Mundwerkzeugen versehene Schädiger. Ein Landwirt namens Markham aus dem Staate Michigan behauptet, bereits 1867 Schweinfurter Grün gegen den Kartoffelkäfer verwendet zu haben und damit der Erste gewesen zu sein, welcher Arsensalze als Vertilgungsmittel eingeführt hat. Diese Angabe ist insofern nicht ganz zutreffend, als die ältesten Urkunden über die Verwendung der arsenigen Säure als pflanzenpathologisches Heilmittel bis in das Jahr 1740 zurückreichen. Französische Landwirte benutzten damals den Arsenik zur Samenbeizung gegen das Auftreten von Brand im Getreide (Tessier, Dissertation sur la cause etc. S. 7). Gegenwärtig wird das Arsen ungemein häufig und fast ausschließlich als Magengift angewendet. Amerikanische Forscher haben jedoch bereits festgestellt, daß die arsenhaltigen Mittel auch als Hautätzungsgift von bemerkenswerter Wirksamkeit sein können. Nach Lodemann (Bull. 48 der Cornell-Universität) kommen dem Arsen auch fungizide Eigenschaften zu. Bisher hat es aber weder als Ätzungsgift noch als Fungizid eine Rolle erlangt. Sowohl die Salze der arsenigen Säure wie die der Arsensäure sind, mit Ausnahme derjenigen der Alkalien, unlöslich oder doch nur sehr wenig in Wasser löslich. Die Reindarstellung der Arsenate gelingt leichter und vollkommener als die der Arsenite. Deshalb werden in neuerer Zeit vielfach die Arsenate bevorzugt.

Die Arsensalze werden entweder als wäßrige Brühe, als trockenes Pulver oder in Form eines Köders verwendet. Wo nur immer möglich, sollten die Brühen vorgezogen werden. Die Verstäubungen der Arsenverbindungen finden nur in beschränktem Maße statt, während die Nutzbarmachung der Arsenköder mancherorts eine erhebliche Ausdehnung erlangt hat. In ihrem Wirkungswerte zeigen die verschiedenen Arsenverbindungen keinen erheblichen Unterschied, sofern sie in genügender Stärke den Insekten verabreicht werden. Bei der Verfütterung von Blättern, welche mit frischbereiteten Arsenbrühen von dem Gehalt 150 g Arsensalz: 100 l Wasser benetzt worden waren, erzielte Marlatt (Bull. 6. D. E. 33):

Schweinfurter Grün	mit Kalk,	innerhalb	6	Tagen	100%	tote Raupen
„ „	ohne „	„	9	„	100 „	„ „
Kupferarsenit	mit „	„	6	„	100 „	„ „
„	ohne „	„	6	„	100 „	„ „
Londoner Purpur	mit „	„	9	„	96 „	„ „
„ „	ohne „	„	9	„	99 „	„ „
Bleiarsenat	„ „	„	9	„	100 „	„ „

Dahingegen ergaben sich bei 75 g zu 100 l Unterschiede in der Wirkung. Schweinfurter Grün und Kupferarsenit vernichteten durchschnittlich 75%, Londoner Purpur aber nur 20% der Raupen.

Wenn sich die Raupen gerade in der Häutungszeit befinden, tritt der Tod etwas später ein, da während der Häutung die Nahrungsaufnahme und damit eine Aufnahme von Arsensalz unterbleibt.

Im allgemeinen zeigen die Arsenbrühen eine ziemlich starke Neigung zum Absetzen des in ihnen verteilten unlöslichen Arsensalzes. Nach Colby (Bull. 151. Vers. Californien **1903**) beträgt bei gleichen Mengen Arsensalz und nach der nämlichen Zeit in einer 300 mm hohen Brühensäule die Höhe des Niederschlages bei

Schweinfurter Grün, gewöhnliches	5 mm Höhe,
„ „ fein gepulvert	17 „ „
Scheeles Grün	24 „ „
Londoner Purpur	44 „ „
Calcium-Arsenit nach Taft	44 „ „
„ „ „ Kedzie	57 „ „
Bleiarsenat aus dem Nitrat	130 „ „
„ Marke Swift	180 „ „
„ (Disparin)	200 „ „
„ aus dem Acetat	240 „ „
Bleiarsenit	270 „ „

Am wenigsten setzte somit das Bleiarsenit und das aus dem Acetat gewonnene Bleiarsenat, am schnellsten das Schweinfurter Grün ab, auch dann, wenn es zu besonders feinem Pulver vermahlen worden ist.

Den höchsten Preis hat das Schweinfurter Grün, es ist etwa doppelt so teuer wie Scheeles Grün, Londoner Purpur und Bleiarsenat.

Fast alle Arsenverbindungen werden aus dem billigen Arsenik oder dem Natrium-Arsenit hergestellt und kommen deshalb in verunreinigtem Zustande in den Handel. Um den hieraus erwachsenden Übelständen zu steuern und zugleich, um Schutz gegen absichtliche Verunreinigungen zu schaffen, hat die Regierung der Vereinigten Staaten Bestimmungen über die Anforderungen erlassen, welche die in den Handel gebrachten Arsenverbindungen erfüllen müssen. Bei der Kontrollanalyse kommt es darauf an, zu ermitteln, ob ein gegebenes Präparat die erforderliche Menge As besitzt, ob das As an die in Frage kommende Basis gebunden ist und endlich ob die Menge der ungebundenen arsenigen Säure nicht das Maß des Erlaubten übersteigt.

Schädliche Wirkungen der Arsenbrühen.

Mit der Anwendung der Arsenbrühen können auch verschiedene nachteilige Wirkungen verbunden sein. Soweit letztere die Pflanze betreffen, pflegt die Gegenwart ungebundener arseniger Säure oder eines arsenig-sauren bezw. arsensauren Alkalis als Ursache hierfür in Frage zu kommen. Mitunter bilden auch Verunreinigungen, welche bei unsorgfältiger Herstellungsweise der Arsensalze in diesen zurückbleiben, den Anlaß dazu. Je höher der Gehalt einer Brühe an freier arseniger Säure ist, um so höher ist die Gefahr einer Blattverbrennung. Nach Kirkland (Bull. 6. D. E. 27) erfolgt letztere durch „Transfusion by osmosis

with the cell content und Plasmolysis". Krüger (M. B. A. Heft 8. 1909) kam zu einer ganz gleichen Erklärung. Er fand, daß direkte Giftwirkung des Arsens (oder Bleies) nicht vorliegt, sondern daß die osmotische Wirkung der mit Hilfe von Tau- oder Regentröpfchen auf den Blättern entstandenen Lösungen der Salzrückstände als Schädigungsursache eine Rolle spielt.

Eigentümlicherweise machen sich die Einwirkungen der Arsensalze auf die Pflanze nicht immer sofort, sondern häufig erst nach geraumer Zeit bemerkbar. So berichtet Marlatt (Bull. 6. D. E. 31), daß nach dem Spritzen mit Brühen von 120 g Schweinfurter Grün, Londoner Purpur und Scheeles Grün auf 100 l Wasser zunächst eine Woche lang keine nachteilige Veränderung des Pfirsichlaubes zu erkennen war. Nach dieser Zeit begannen aber grüne, vollkommen brandfleckenfreie Blätter bei der leisesten Windbewegung abzufallen und schließlich trennte sich fast die ganze Belaubung vorzeitig vom Baume. Ganz ähnliche Erfahrungen wurden mit Ulmen gemacht. Auch die Empfindlichkeit der einzelnen Pflanzenarten gegenüber Arsensalzbrühen ist eine sehr wechselvolle. Bei einem Versuche von Marlatt (a. a. O.) ergab sich:

	Pfirsiche	Apfel	Kirsche	Baumwolle
Schweinfurter Grün	1/2 Blattverlust	Ganz leichte Fleckung	Kein Schaden	Kein Schaden
Scheeles Grün	5/6 "	Alle Blätter fleckig	Leichte Beschädigung	"
Londoner Purpur	100 % "	Starke Beschädigung	"	"

Ganz allgemein wird versucht, durch Beigabe von etwas Ätzkalk die nachteiligen Einwirkungen der freien arsenigen Säure zu beseitigen.

Hinsichtlich ihres Gehaltes an As_2O_3 kommen sich das Schweinfurter, das Scheelische Grün und das Bleiarsenit nahe, während das Bleiarsenat zurücksteht. Beim Londoner Purpur schwankt der Arsengehalt ganz erheblich. Sehr verschieden ist die Löslichkeit der einzelnen Arsenpräparate in Wasser. Patrick (Bull. 6. D. E. 34) ermittelte folgendes:

Unter gleichen Verhältnissen gingen in Lösung bei:

Schweinfurter Grün, gewöhnliches des Handels	0,87	Einheiten As_2O_3
" " desgl. aber gepulvert	1,18	" "
Bleiarsenat	0,94	" "
Kupferarsenit	2,50	" "
Londoner Purpur	7,93	" "

Von manchen Forschern ist die Befürchtung ausgesprochen worden, daß die fortgesetzte Bespritzung ausdauernder Pflanzen, z. B. der Apfelbäume, schließlich zu einer Bodenvergiftung führen muß. Die Ansichten über die Berechtigung dieses Vorhaltes sind zur Zeit noch schwankende. So erklärte sich Headden (Bull. 131. Vers. Colorado 1908) für die Möglichkeit einer Vergiftung durch den Boden. Die Überführung des von Haus aus unlöslichen Arsensalzes der Brühe in eine lösliche Verbindung wird durch die Alkalien des Bodens bewirkt. Etwa

vorhandene Kalksalze können nach Headden diesen Umsetzungsvorgang nicht aufhalten. Als einzige Schutzmittel gegen derartige Vorgänge wird die Verwendung des schwerlöslichen Bleiarsenates und der gelegentliche Ersatz des Erdreiches unter den Bäumen durch frisches unbespritztes Bodenmaterial benannt. Auch Ball (J. e. Ent. **1909**. 142, **1910**. 187) gibt die Möglichkeit zu, daß die andauernde Behandlung von Obstbäumen mit Arsensalzen schließlich zu Vergiftungen durch den Boden führen kann.

Weitere Einwendungen gegen die Arsensalzbrühen sind von medizinischer Seite erhoben worden und zwar mit der Begründung, daß die Brühen, besonders Bleiarsenatbrühe, leicht mit trinkbaren Flüssigkeiten verwechselt werden können, daß sie die Begehung von Verbrechen erleichtern und daß beim Genuß der Früchte von bespritzten Pflanzen Vergiftungen erfolgen können. Namentlich wurde darauf hingewiesen, daß die Möglichkeit eines Übertrittes von Arsen aus den bespritzten Trauben in den aus ihnen bereiteten Wein besteht. Diese Befürchtungen gehen zum Teil zu weit, wie weiter unten noch dargelegt werden wird. An dieser Stelle sei nur noch auf die Untersuchungen von Szameitat (Ber. G. **1907**. 176) verwiesen, welche bei Anwendung von 400 g Bleiarsenat bezw. 150 g Kupferarsenat bezw. 300 g Schweinfurter Grün bezw. 100 g arsenige Säure bezw. 500 g arsensaures Kupfer zu 100 l Spritzmittel folgende Arsenmengen in dem Ernteerzeugnis nachwiesen:

	100 g Trauben	100 ccm Most	100 ccm Jungwein
1906 . . .	0,3 mg	0,3 mg	0,2 mg
1907 . . .	0,3 „	0,05 „	ganz geringe Spuren

Ferner analysierte Fletcher (Evidence etc. on Agriculture and Colonization **1892**) Äpfel, welche zweimal eine Besprengung mit Schweinfurter Grün erhalten hatten, fand aber nicht die geringste Menge Arsen. Von anderer Seite ist nachgewiesen worden, daß eine Vergiftungsgefahr nicht mehr vorliegt, sobald der betreffende Gegenstand innerhalb drei Wochen vor der Ernte bezw. vor dem Genusse ohne Arsenbespritzung geblieben ist. Der unbeabsichtigten Vergiftung durch Trinken der Brühen läßt sich durch Zusatz eines Farbstoffes oder eines üblen Geruchsstoffes vorbeugen.

Endlich liegt noch die Gefahr einer Vergiftung von Nutztieren vor. Eine solche kann eintreten bei Behandlung von Futterpflanzen mit Arsenbrühen für das Stall- und Weidevieh, beim Ausstreuen von Giftködern und beim Spritzen in die Blüte der Obstbäume. Im letztgenannten Falle können namentlich die Honigbienen sehr leicht vergiftet und dadurch von der Mitarbeit bei der Blütenbefruchtung abgehalten werden. Da durch wäßrige Lösungen zudem der Blütenpollen von den Pistillen weggewaschen wird, empfiehlt es sich grundsätzlich nicht mit Arsenbrühen in die Blüte zu spritzen.

Arsenbrühen als Fungizide.

Eigene fungizide Eigenschaften besitzen wohl manche der Arsenbrühen, aber sie sind belangloser Natur. Pilztötende Wirkungen lassen sich mit den Arsensalzbrühen deshalb nur durch Vereinigung derselben mit einem Fungizid erzielen.

Hierbei muß aber berücksichtigt werden, daß reine Kupfervitriollösung, ammoniakalische und solche Brühen, in denen Salze der Alkalien enthalten sind, sich für diesen Zweck nicht eignen, da sie mit den Arsensalzen entweder lösliche Verbindungen oder pflanzenschädliche Nebensalze liefern. Am besten geeignet ist unzweifelhaft die Kupferkalkbrühe zur Mischung mit Arsenbrühen. Kupfersoda-, ammoniakalische Kupfervitriol- und ammoniakalische Kupferkarbonatbrühe dürfen nicht zu dem gleichen Zwecke verwendet werden.

Verwendungsweise.

Die Arsensalzbrühen haben einen bestimmt umgrenzten Verwendungskreis. Er umfaßt in der Hauptsache Blattkäfer und deren Larven, alle freilebenden Raupen und die Heuschrecken nebst ihren Verwandten.

Unter den verschiedenen Schädigern, welche sich als Objekte zur Vernichtung durch Arsenbrühe ganz besonders eignen, steht obenan der Apfelwickler (Carpocapsa pomonella). Nachdem festgestellt worden war, daß das junge Räupchen seinen Eintritt in die Apfelfrucht vorwiegend durch die Kelchhöhle nimmt, lag es nahe, durch Vergiftung der letzteren mit einem Arsensalze den Schädiger zu beseitigen. In den Vereinigten Staaten hat sich nun ein lebhafter Meinungsaustausch darüber entsponnen, ob bei der Verwendung der Arsensalzbrühen zur Carpocapsa-Bekämpfung ein grober Strahl unter hohem Druck bei nur einmaliger Behandlung (sog. westliches Verfahren), oder ein feiner Strahl unter mittelstarkem Druck nebst 4maliger Bespritzung (sog. östliches Verfahren) vorteilhafter ist. Die Frage ist von Rumsey (Bull. 127. West-Virginia **1910**. 129) und Quaintance (Bull. 80 und 115. B. E.) eingehend untersucht und dahin beantwortet worden, daß bei sorgfältiger Ausführung der Spritzarbeit, namentlich auch bei Anwendung von hohem Druck, die einmalige Bespritzung die Wirkung mehrmaliger Bespritzungen nahezu erreicht.

	Carpocapsa		Conotrachelus nenuphar	
	Rumsey	Quaintance	Rumsey	Quaintance
	gesunde Früchte v. H.		gesunde Früchte v. H.	
unbespritzt . . .	65,90	57,79	67,9	55,50
1 × bespritzt . .	97,40	90,64	87,5	82,62
mehrfach bespritzt .	96,70	96,19	86,1	82,40

Der gröbere Strahl erfordert 2mal soviel Flüssigkeit wie der feine und mehr Zeit. Gleichwohl wird aber bei dem westlichen Verfahren an Arbeitszeit gewonnen.

Arsenwasserstoff, AsH_3.

Arsenwasserstoff hat sich als ein unzureichendes Mittel zur Vertilgung von Schildläusen nach dem Zeltverfahren von Coquillett (I. L. 6. 176) erwiesen. Dahingegen verloren Eischwämme von Liparis dispar und Euproctis chrysorrhoea durch Arsenwasserstoffgas bei Versuchen von Fernald (The gipsy moth. Boston. **1896**. 412) ihre Entwicklungsfähigkeit. Genannter stellte das Gas aus Zink, Salzsäure und Arsenik her.

Arsenige Säure, As_2O_3.

Der weiße Arsenik kommt in zwei Allotropien, glasartig und kristallisiert, vor. Erstere löst sich leichter in Wasser als die kristallisierte, nämlich in der Kälte 1,2 Teile, in der Siedehitze 10 Teile auf 100 Teile Wasser. Im Handel erscheint fast nur die kristallisierte Form. Salzsäure, Kalilauge, Natronlauge und Ammoniakflüssigkeit lösen die arsenige Säure leicht auf. Als Insektenvertilgungsmittel war sie in Amerika nachgewiesenermaßen bereits im Jahre 1871 und vermutlich auch schon früher im Gebrauch.

Verwendung als Pulver.

Reines Arsenikmehl ist nach Gillette (I. L. 6. 115) ohne irgend welche Nachteile für Pflaumen, Wein und Ulme verwendbar, eine Angabe, die in dieser allgemeinen Fassung wohl nicht zutreffend ist und jedenfalls nur für den Fall Geltung hat, daß ein Zutritt von Tau und Regen zu dem aufgeblasenen Arsenikpulver nicht stattfindet. In den amerikanischen Prärieslaaten mögen derartige Vorbedingungen häufig genug vorliegen. Für europäische Verhältnisse kann zu Bepulverungen mit Arsenik nicht geraten werden.

Verwendung als Brühe:

Frischbereitete Brühe von weißem Arsenik ist dem Laub weniger schädlich als solche, welche längere Zeit schon gestanden hat. Auf 2 kg Arsenik in 100 l Wasser sind am Ende einer Stunde 1,4 g, am Ende von 10 Tagen 50mal mehr in Lösung gegangen als bei Schweinfurter Grün. Frische Mischung aus 750 g Arsenik und 100 l Wasser verbrannte 7 % der Blätter von Orange- und Pflaumenbäumen, wohingegen Brühen aus 200 g Arsenik zu 100 und 200 l Wasser auf Pflaumenbaumblättern nur ganz geringe Mengen Brandflecke erzeugten (Gillette I. L. 6. 117). Über die Einwirkung des weißen Arseniks auf die Blätter verschiedener Pflanzen macht Gillette (I. L. 6. 125 nach Jowa Bull. 2) folgende Angaben:

Arsenik	Wasser	
48 g	100 „	verbrennt die Weinblätter.
34 „	100 „	verbrennt 50% der Himbeer- und Brombeerblätter.
30 „	100 l	vertrocknet Spitzen und Ränder der Apfelbaumblätter.
30 „	100 „	beschädigt die Blätter von Negundo aceroides.
24 „	100 „	beschädigt die Blätter von Gleditschia triacanthus.
15 „	100 „	Pflaumenbaumblätter werden stark verletzt.
15 „	100 „	beschädigt die Blätter von Pappelbäumen.
10 „	100 „	selbst diese Konzentration verletzt 50% der Pflaumenblätter und schwächt den Rest erheblich. Apfelblätter, welche damit benetzt wurden, konnten von den Larven der Datana ministra ohne bemerkbaren Nachteil verzehrt werden.

Mally (Rep. on the boll worm of cotton. Bull. 29. D. E.) erzielte mit einer gesättigten Lösung von weißem Arsenik in kaltem Wasser unverkennbare Erfolge gegen Heliothis armiger Hübn. in den Baumwollpflanzungen, wenn dieselbe durch die Benetzung der Blüten eigens zu diesem Zwecke angelegter Streifen

Pferdebohnen den Schmetterlingen beigebracht wurde. Bei diesem Verfahren ist Obacht darauf zu geben, daß Blütezeit der Pferdebohne und Flugzeit der Schmetterlinge zusammenfallen.

Als Ätzungsgift ist der weiße Arsenik von Coquillett (Rep. of Entomol. U. S. Departement of Agriculture. **1886**. S. 55) in Mischungen $1\frac{1}{2}$ kg, 2 kg und 3 kg Arsenik zu 100 l Wasser mit Erfolg gegen Schildläuse angewendet worden, ohne daß dieses Verfahren aber Nachahmung gefunden hätte.

Anwendung als Köder.

Gegenwärtig gelangt der weiße Arsenik für sich allein bei der Darstellung von Giftködern seiner Billigkeit und schnellen Wirkung halber zur Anwendung.

Coquillett (Bull. 25. D. E. 59) empfiehlt als wirksames Mittel gegen Heuschrecken, Melanoplus devastator Scudd., einen Arsenik-Kleiebrei, hergestellt nach folgender

Vorschrift (69):		
	Arsenik	1 kg
	Zucker	1 „
	Kleie	6 „

Zucker in soviel Wasser lösen, als nötig ist, um mit Arsenik und Kleie einen dicken Brei und aus diesem walnußgroße Pillen zu formen. Die Köder müssen vor der anmarschierenden Masse in mehrere parallellaufende Reihen mit 1,8 – 2,1 m Abstand ausgelegt werden. Das nämliche Mittel wird im Jahrbuch des Landwirtschaftsministeriums der Vereinigten Staaten 1895, S. 400 als sehr brauchbar gegen die in Amerika einheimischen an den Weinstöcken auftretenden Saateulenraupen von Agrotis messoria Harr. und A. saucia Hübn. bezeichnet. Um letztere zu beseitigen, sind die haselnußgroß geformten Köder am Fuße der Reben auszulegen, auch dann noch, wenn die Schädiger sich bereits auf den Stöcken befinden, da der Schädiger beim Beginn der Morgendämmerung an den Pflanzen herab in seine Erdlöcher geht und hierbei den vergifteten Köder passieren muß. In Kalifornien werden derartige Köder kurz nach der Weizenernte an die Feldränder ausgelegt (I. L. 7. 229). Auch gegen den Bollwurm, Heliothis armiger Hübn., finden die Köder Anwendung. Wahrscheinlich eignet sich dieses Verfahren in etwas abgeänderter Form auch zur Vertilgung der bei uns in den Rüben und Kartoffeln auftretenden Erdraupen. Gegen die letzteren, sowie gegen Drahtwürmer, Drasterius elegans Fab., Melanotus fissilis Say, Agriotes spec. hat Comstock (Bull. 33. Cornell-Universität) mit ziemlichem Erfolge vergiftete Klee- und Luzerneköder gebraucht. Er tauchte Bündelchen frischer Luzerne usw. in eine starke Lösung von weißem Arsenik und verteilte diese über das befallene Feld. Um allzuraschem Austrocknen einerseits und der Vergiftung nützlicher Tiere andererseits vorzubeugen, werden die vergifteten Bündelchen zweckmäßig mit Scherben und Blumentöpfen, Blechdeckeln usw. bedeckt. Erneuerung der Köder ist erforderlich, sobald dieselben trocken geworden sind.

1 kg weiße Arsenik, Acidum arsenicosum purum pulv. Ph. G. V. kostet (E. Merck, Preisliste 1913) 1,10 M.

Schwefelverbindungen des Arsen.

Einfach Schwefelarsen (Realgar), As_2S_2. Dreifach Schwefelarsen (Auripigment) As_2S_3.

Unter den als Ersatz für das Bleiarsenat vorgeschlagenen Mitteln befinden sich auch das einfach und das dreifach Schwefelarsen. Ersteres wird durch Zusammenschmelzen von As und S als rote Masse gewonnen, letzteres entsteht beim Einleiten von H_2S in eine mit HCl angesäuerte Lösung von As_2O_3 als zitronengelbes unlösliches in kaustischen Alkalien und in Schwefelalkalien lösliches schön gelbes Pulver. Der Vorschlag zur Verwendung des Arsen-(tri-)sulfides für die Insektenbekämpfung geht von Gillette (J. e. Ent. **1910**. 29) aus. Bei gleicher Wirksamkeit wie die übrigen Arsenverbindungen soll es billiger und infolge seiner hochgradigen Unlöslichkeit weniger nachteilig für die Pflanzen sein. Außerdem wird ihm hohe Widerständigkeit gegen die zersetzenden Einflüsse der im Wasser und in der Luft enthaltenen Kohlensäure zugeschrieben. Im Arsen-(tri-)sulfid sind rund 61 % As enthalten, während das Bleiarsenat davon nur 9,87 % aufweist. Bei seinen Versuchen, welche sich gegen Carpocapsa pomonella richteten, erzielte Gillette mit

	wurmfreie Früchte
Bleiarsenat 360 g : 100 l	95,5 %
„ 480 „ : 100 l	95,5 „
Arsensulfid entsprechend 360 g Bleiarsenat zu 100 l Wasser	93,6 „
„ „ 480 „ „ „ „ „	92,7 „
Unbehandelt	58,9 „

Arsenverbindungen des Kalium und des Natrium.

In der Pflanzentherapie spielen nur das Natriumarsenit und -arsenat eine Rolle, da die entsprechenden Verbindungen des Kaliums erheblich teurer wie letztere sind, ohne besondere Vorzüge zu besitzen. Wenn gleichwohl in den Vorschriften gelegentlich das Kaliumarsenit erscheint, so liegt dabei gewöhnlich nicht die Absicht vor, damit etwa eine Überlegenheit des letzteren über das billigere Natriumarsenit zum Ausdruck zu bringen. Ihre Leichtlöslichkeit macht sie geeignet zur Insektenvertilgung in allen den Fällen, in welchen eine Bespritzung der Pflanzen nicht zu erfolgen braucht, sowie dort, wo etwaige Beschädigungen der Pflanzen keine Rolle spielen, also namentlich zur Herstellung von Giftködern, während ihre blattverbrennenden Eigenschaften ihnen einen Platz als Herbizid anweisen. Daneben dienen sie vielfach noch als Hilfsstoffe zur Herstellung anderer Arsenverbindungen.

Ursprünglich wurde fast ausschließlich das gewöhnliche Natriumarsenit verwendet. Neuerdings hat auch das Natriumarsenat in der kristallinischen und in der entwässerten Form Eingang gefunden. Sowohl das Arsenit wie das Arsenat sind wasserlöslich. Ein ihnen anhaftender Übelstand, die Farblosigkeit ihrer Lösungen, läßt sich leicht durch Beigabe eines Farbstoffes beseitigen. In Frankreich gelangt Arseniate de soude anhydre coloré in den Handel.

Natriumarsenit bildet eine schmutzigweiße amorphe Masse, welche gewöhnlich sehr stark durch Beimischungen verschiedenster Art verunreinigt ist. Es löst sich leicht in der vierfachen Menge Wasser. Seine Lösungen reagieren alkalisch. Bei der großen Unreinheit der Handelsware empfiehlt es sich für pflanzentherapeutische Zwecke das Natriumarsenit selbst zuzubereiten, indem 100 g As_2O_3 und 100 g Na_2CO_3 Solvay in 1½ l Wasser ½ Stunde lang gekocht und danach mit Wasser auf 1 l Lösung ergänzt werden.

Als insektizides Spritzmittel wird es mit Erfolg gegen Heuschrecken und Fruchtfliegen verwendet. Zur Bekämpfung der Heu- und Sauerwürmer erweist es sich, wie Lüstner (Ber. G. **1909**. 140) berichtet, als unbrauchbar.

Nach einer Mitteilung aus dem Biologischen Institut Amani dient in Ostafrika zur Bekämpfung der Heuschrecken (Schistocera peregrina Olive) ein Köder von nachstehender Zusammensetzung:

Vorschrift (70):	arsenigsaures Natrium	500 g
	Zucker oder Melasse	1 kg
	Wasser	80 l

Das Mittel wird auf die bedrohten Pflanzen gespritzt. Eine ganz ähnliche Mischung ist in Südafrika gegen die Fußgänger von Acridium purpuriferum in Gebrauch.

Vorschrift (71):	Natriumarsenit	750—1000 g
	Melasse, Rohzucker . . .	1,5—3 kg
	Wasser	100 l

Mit der Mischung ist ein 10 m breiter Streifen von Grasland usw. vor der Zugrichtung der Heuschrecken zu bespritzen. Kleinere Schwärme sind durch einen Ring vergifteter Pflanzen einzukreisen. Die an Arsenvergiftung gestorbenen Heuschrecken sollen von den Hühnern ohne Nachteil verzehrt werden können.

Für einen Kaliumarsenitköder, der sich gegen Fruchtfliegen (Ceratitis capitata, Rhagoletis cerasi und andere) sowie gegen die Ölfliege (Dacus) brauchbar erwiesen hat, gibt Berlese (Redia. **1905**. 386) nachstehende Vorschrift:

Vorschrift (72):	Kaliumarsenit	2 Teile
	Honig	31 „
	Melasse	65 „
	Glycerin	2 „

Die Melasse und der Honig dienen als Lockmittel, das Glycerin soll das Eintrocknen nach Möglichkeit verhindern.

Von der Beobachtung ausgehend, daß die oben genannten Fliegen erst etwa 10—12 Tage nach dem Ausschlüpfen ihre Eier zur Reife bringen und während dieser Zeit auf die Aufnahme zuckriger Stoffe angewiesen sind, schreibt Berlese vor, daß Mittel in 10prozent. Lösung auf das Laub der zu schützenden Bäume zu spritzen und diese Arbeit zu wiederholen, sobald als der Köder trocken geworden oder vom Regen fortgeschwemmt worden ist. Unter gewöhnlichen Umständen hält er sich 14 Tage lang feucht. Kornauth erzielte mit der Mischung nur einen halben Erfolg.

Zur Unkrautvertilgung wurde das arsenigsaure Natron bereits im Jahre 1899 von Jones und Orton (11. Jahresber. Vermont. 219) empfohlen. Am besten wirkte bei ihnen auf Grasplätzen eine 1,5 prozent. Lösung gegen Löwenzahn (Taraxacum), Bluthirse (Panicum), Knöterich (Polygonum), Wegebreitblatt (Plantago). Seitdem ist dasselbe mehrfach im gleichen Sinne mit gutem Erfolge verwendet worden, so von Pammel (Preßbull. 12. Iowa. **1909**.) und in neuster Zeit von Wilcox (Preßbull. 30. Vers. Hawai). Das von ihm zugrunde gelegte Natriumarsenit war durch 15—20 Minuten langes Kochen von 12 kg As_2O_3 und 24 kg Na_2CO_3 in 100 l Wasser gewonnen worden. Von dieser Vorratslösung gelangte eine 15—20fache Verdünnung mit Wasser zur Bespritzung. Es unterlagen ihr Senecio mikanoides, Rubus occidentales, Hesperocnide sandwichensis, Euphorbia peblus, Xanthium strumarium, Commelina nudiflora, Chenopodium, Portulaca oleracea. Cuscuta wurde mit samt ihrer Wirtspflanze, der Luzerne, vernichtet. Nur Cyperus zeigte erst am zweiten Tage nach der Behandlung Verbrennungen und wurde auch nur in seinen oberirdischen Teilen zerstört. Sonchus erholte sich wieder. Gewöhnlich kamen die Blattverbrennungen 2—3 Stunden nach dem Verspritzen zum Vorschein.

Das Natriumarsenit vermag in einer 1 ‰-Lösung die Keimfähigkeit der Uredosporen von Puccinia coronata in keiner Weise zu schädigen (Hitchcock und Carleton, Bull. 38 Vers.-Stat. Kansas).

In jüngerer Zeit wird an Stelle des Natriumarsenites vielfach das Natriumarsenat (Na_2HAsO_4, Na_3AsO_4) benutzt. Durch Oxydation der arsenigen Säure mit Salpetersäure unter Beigabe von etwas Salzsäure hergestellt, pflegt das Natriumarsenat bei Verwendung unreiner Materialien von schwankender Zusammensetzung zu sein. Im Gegensatz zum Natriumarsenit kristallisiert es zwar aus, nimmt dabei aber je nach dem Wärmegrad der Lösung verschieden große Mengen Kristallwasser — bis zu 26 % — auf. Die hinsichtlich des Wassergehaltes bestehende Unsicherheit läßt sich durch die Verwendung von entwässertem Natriumarsenat beseitigen. Kristallinisches Natriumarsenat soll mindestens 18 %, entwässertes 36—38 % As in Form von arseniger Säure enthalten (R. V. Bd. 33. **1910**. 477).

Jedwede Blattverbrennung durch Brühe von Natriumarsenat ist nach Marès (Pr. a. v. Bd. 53. **1909**. 471) bei Anwendung nachstehender Mischung ausgeschlossen:

Vorschrift (73):	Natriumarsenat, entwässert	500 g
	Ätzkalk, frisch gelöscht	250 „
	Wasser	100 l

Herstellungsweise: Das Natriumarsenat in 50 l, den Kalk in 10 l Wasser lösen, die Kalkmilch langsam unter Umrührung in die Arsensalzlösung gießen und alsdann 40 l Wasser nachfüllen.

Die Verwendungsweise ist die nämliche wie die beim Natriumarsenit vorgeschriebene.

Im Preise ist zwischen dem gewöhnlichen Arsenit und Arsenat des Natrium kein Unterschied. Von beiden kostet 1 kg 0,85 M. Dahingegen besitzen beide

Erzeugnisse in gereinigtem Zustande, wie er für die Herstellung von Brühen zur Verwendung zu empfehlen ist, verschiedenen Preis. Die Preisliste 1913 von E. Merck berechnet 1 kg Natrium arsenicicum purum (Arsenat) mit 1,35 M und 1 kg Natrium arsenicosum purum (Arsenit) mit 2,80 M.

Arsenigsaures Ammonium.

Unter diesem Namen ist in Amerika eine Auflösung von Arsenik in Salmiakgeist als Insektizid in den Handel gebracht und durch Osborn (Bull. 23. D. E. 45—57) sowie Murtfeldt (Bull. 26. D. E. 38) geprüft worden. Während Murtfeldt mit einer Mischung von 2 Löffeln des Mittels zu 4 l Wasser keine Wirkung gegenüber Murgantia histrionica erzielte und auf den Pflanzen Verbrennungen konstatierte, berichtet Osborn, daß das Mittel in sehr verdünnten Lösungen dem Laub keinerlei Schaden zufügt. Das Mittel eignet sich jedenfalls nicht für pflanzentherapeutische Zwecke, da es in der vorliegenden Form Blattverbrennungen hervorrufen muß. Irgend welcher zwingender Anlaß zur Lösung des Arseniks in Salmiakgeist liegt zudem gar nicht vor.

Verbindung des Arsens mit dem Kalk.

Sowohl die arsenige Säure wie die Arsensäure liefern mit dem Kalk Verbindungen von hoher Unlöslichkeit in Wasser, weshalb namentlich das Kalkarsenit vielfach als Insektizid vorgeschlagen und benutzt worden ist. Diesen hohen Grad von Unlöslichkeit besitzt aber nur das Tricalciumarsenit von der Formel $Ca_3As_2O_6$, während das Monokalziumarsenit ($CaAs_2O_4$) und das Dicalciumarsenit ($Ca_2As_2O_5$) mehr oder weniger wasserlöslich sind. Es kommt noch hinzu, daß auch das normale Calciumarsenit in wäßriger Auflösung von arseniger Säure löslich ist. Nach einer älteren Vorschrift von Taft sind zur Herstellung von arsenigsaurem Kalk 6 kg weißer Arsenik und 12 kg Kalk in 100 l Wasser gelöst 40 Minuten lang zu verkochen und von dieser Vorratslösung vor dem Gebrauche 30—40 g mit 100 l Wasser zu verdünnen, außerdem aber auch noch mit etwas Kalk zu versetzen. Colby (Bull. 151. Vers. Californien **1903**), dem reiche Erfahrungen in der Verwendung von Arsenbrühen zur Seite stehen, hat diese Brühe empfohlen. Kedzie und Gould (Bull. 144. Vers. Ithaka, N.-Y.) stellten das Mittel her aus einer selbstbereiteten Lösung von arsenigsaurem Natrium (12 kg weißer Arsenik mit 48 kg Soda in 100 l Wasser bis zur vollkommenen Lösung — etwa 15 Minuten — des Arseniks verkocht) und Kalkmilch, wobei sie erst kurz vor dem Gebrauche 300 ccm dieser Vorratslösung mit einer Milch von 600 g gebranntem Kalk in 100 l Wasser vermischten. Shutt (Ber. Canada. Experim. Farm. **1909**. 178) empfiehlt nachfolgende zwei Kalkarsenitbrühen:

Vorschrift (74):	Weißer Arsenik	40—80 g
	Kalk	600 „
	Wasser	100 l

Vorschrift (75):	Weißer Arsenik	40—80 g
	Kalk	1200 „
	Kupfervitriol	1200 „
	Wasser	100 l

Obwohl die Kalkarsenitbrühe den Vorzug besitzt, recht einfach in der Herstellung und auch sehr billig zu sein, bleibt bei ihr doch immer der Nachteil bestehen, daß sie in vielen Fällen Pflanzenverbrennungen hervorruft, so daß bei ihrer Anwendung Vorsicht dringend erforderlich ist.

Bei längerem Stehen geht der Niederschlag von arsenig-saurem Kalk in eine kompakte Masse über (Bull. 121. Vers. Geneva, N.-Y. **1899**).

Das Kalkarsenit reagiert alkalisch. Im Gebrauch ist das Mittel seit 1891 (Bull. 77 b. Nord-Carolina **1891**. 7).

Londoner Purpur.

Das Londoner Purpur, ein im Jahre 1878 von Riley empfohlenes Vertilgungsmittel, ist ein Abfallprodukt der Anilinfabrikation, welches aus einem Gemisch verschiedener Kalkarsenite nebst Verunreinigungen besteht. Nach Snyder (Bull. 18. Cornell-Universität) enthält Londoner Purpur[1]

Tricalciumarsenit, $Ca_3(AsO_3)_2$ }
Monocalciumarsenit, $Ca(AsO_2)_2$ } zu 75 %
Dicalciumarsenit, $Ca_2As_2O_5$ }

Fe_2O_3 }
Al_2O_3 }
SO_3 } bilden den Rest
Feuchtigkeit }
Farbstoff }

Cathcart (Jahresber. **1890**. Vers. Neu-Jersey 322) gibt folgende Analyse:

Arsenigsäureanhydrid (As_2O_3)	41,44 %
Kalk (CaO)	24,32 „
Eisen- und Tonerde-Sesquioxyd (Fe_2O_3, Al_2O_3) .	3,37 „
Schwefelsäureanhydrid (SO_3)	0,31 „
Feuchtigkeit	3,27 „
Farbstoff	27,29 „

und Haywood (F. B. Nr. 146. **1902**) kennzeichnet das Londoner Purpur als ein aus Calciumarsenit und Calciumarsenat, Färberlauge und Sand nebst schwankenden Mengen von freier arseniger Säure bestehendes Gemisch mit sehr wechselvoller Zusammensetzung.

Feuchtigkeit	1,87	bis	4,07 %
Sand	2,46	„	3,55 „
Arsenige Säure	6,40	„	17,31 „
Arsensäure	26,50	„	35,62 „
Calciumoxyd	23,59	„	25,09 „
Freie arsenige Säure.	1,44	bis	13,49 %
Freie Arsensäure	7,12	„	19,56 „

Das Londoner Purpur besitzt grauviolette Farbe. In Wasser verteilt es sich besser wie Arsenik und Schweinfurter Grün, ist aber weniger wirksam gegen die Insekten wie letzteres. Für sich allein verwendet, schließt das Londoner Purpur die Gefahr starker Blattverbrennung ein, da das Mono- und das Dicalciumarsenit wasserlöslich sind und außerdem freie arsenige Säure sowie Arsensäure in dem Mittel vorhanden ist. Sofern Londoner Purpur für pflanzentherapeutische Zwecke herangezogen werden soll, macht sich eine weitgehende Abstumpfung der freien Säure durch Zugabe von Kalk unbedingt erforderlich. Um die in 1 kg des Giftes enthaltene freie Säure zur Ausfällung zu bringen, sind nach Smith 3/4 kg Kalk und nach Kilgore 1 kg Kalk erforderlich. Feststehende Angaben lassen sich hierüber jedoch nicht machen, da die Kalkmenge sich nach der vorhandenen Menge von freier arseniger Säure und Arsensäure zu richten hat.

Whitehead (J. A. S. 3. R. II. Bd. T. 2. 241. 243) berichtet, daß bei Apfelbäumen 45 g, bei Kirschen und Birnen 50 g, bei Pflaumen, Johannisbeeren und Haseln 60 g Londoner Purpur auf 100 l Wasser den Blättern nicht nachteilig werden. Das Londoner Purpur ist gegen die nämlichen Schädiger zu gebrauchen, welche beim Schweinfurter Grün angeführt werden.

Gegen den Apfelwurm, Carpocapsa pomonella L. eignet sich nach Carrol (I L. 4. 331) folgende Vorschrift:

	Für die 1. u. 2. Bespritzung	Für die 3. Bespritzung
Londoner Purpur . . .	60 g	120 g
Gelöschter Kalk	1½—2 kg	2½ kg
Wasser	100 l	100 l

Das Londoner Purpur darf mit ammoniakalischen Brühen vermischt werden, da es in Ammoniak unlöslich ist. Halstedt (Jahresb. Vers. Neu-Jersey **1891**. **1892**, **1893**, Z. f. Pfl. **1895**. 335) empfiehlt u. a. folgendes Gemisch:

Vorschrift (76):	Londoner Purpur	60 g
	Kupferkarbonat	45 „
	Ammoniak	½ l
	Wasser	100 „

Goff (Bull. 3. D. V. P. 31—36) benutzte das Londoner Purpur als Zusatz zur Brühe von Kupfersoda, Kupferkalk und ammoniakalischem Kupferkarbonat. Hiervon bewährte sich am besten die Mischung von Purpur mit Kupferkalk.

Barytumarsenat.

Das Barytumarsenat ist von Kirkland (Bull. 6. D. E. 27) als Bekämpfungsmittel insonderheit gegen die Raupen von Liparis und Euproctis eingeführt worden. Seine Herstellung erfolgt durch Fällung des in alkalischer Flüssigkeit gelösten Natriumarsenates vermittels eines löslichen Barytumsalzes, z. B. Chlorbarytum. Der entstehende Niederschlag ist von weißer Farbe und außerordentlich feinflockig, so daß er sich sehr lange in der Schwebe erhält. Nebenbei wird Chlornatrium gebildet, welches für die Blätter unschädlich sein soll. Ob das ganz im allgemeinen zutrifft oder nur gegenüber dem älteren

Laube von Bäumen, wie es bei Kirklands Versuchen vorlag, ist aber jedenfalls sehr fraglich. Die Herstellung des Mittels darf erst kurz vor der Ingebrauchnahme durch Mischung der beiden Bestandteile, am besten im Spritzenbehälter, vorgenommen werden. Im Preise soll die Brühe von Baryumarsenat nicht höher stehen, wie die Bleiarsenatbrühe. Trotz aller dieser angeblichen Vorzüge hat das Mittel nicht vermocht, das Bleiarsenat zu verdrängen. Bei 1600 g Baryumarsenat zu 100 l Wasser stellen sich am Laube der Eiche und Äpfel Verbrennungen ein. Kirkland ermittelte, daß Raupen von Hyphantria cunea und Datana ministra durch die Brühe von 3,5 : 100 in 4—8 Tagen vernichtet werden. Die Raupen von Liparis dispar unterliegen bis zum Abwerfen der vierten Larvenhaut einer Brühe aus 3—5 : 100 in 4—5 Tagen, während dieselben nach der 5. Häutung erst bei Vergiftung durch eine 10—20 : 100 Brühe und nach 6—8 Tagen eingehen.

In den Vereinigten Staaten wird ein Baryumarsenit unter der Bezeichnung „weißes Arsenoid" hergestellt und auch für pflanzentherapeutische Zwecke verwendet. Nach Colby (Bull. 151. Vers. Kalifornien **1903**) hat dasselbe folgende Zusammensetzung:

Kohlensaurer Baryt	44,05 %
Chlorbaryum	13,05 „
Baryumoxyd	8,18 „
Arsenige Säure, freie	27,64 „
Bleikarbonat	1,86 „
Kieselsäure	0,20 „
Feuchtigkeit	4,00 „

Arsensalze des Aluminiums.

Ihres erheblichen Preises halber eignen sich das Arsenit und das Arsenat von Aluminium nicht als selbständige Bekämpfungsmittel. Dewitz (Ber. G. **1909**. 112) hat dieselben ihrer hohen Leichtigkeit halber als Ergänzungsmittel für die Kupferkalkbrühe in Vorschlag gebracht und eine derartige Brühe auch gegen den Heu- und Sauerwurm angewendet. Dabei wirkten 300 g Aluminiumarsenit zu 100 l Kupferkalkbrühe besser gegen Eudemis und Conchylis wie eine Beigabe von 200—500 g Aluminiumarsenat.

Eisenarsenat.

Als ein Ersatzmittel für das Bleiarsenat ist von Vermorel und Dantony (C. r. h. Bd. 148. **1909**. 302) das arsensaure Eisenoxydul seiner auffallenden Färbung halber in Vorschlag gebracht worden. Sie geben für dessen Darstellung die folgende

Vorschrift (77):	Kristallinisches Natriumarsenat . . .	400 g
	Kristallinisches Eisenvitriol	400 „
	Wasser	100 l

Herstellung: Eisenvitriol und Natriumarsenat in je 10 l Wasser lösen, die Eisenvitriollösung solange unter beständigem Umrühren der Natriumarsenatlösung zusetzen, bis die Mischung ein mit gelbem oder rotem Blutlaugensalz getränktes Papier deutlich blau färbt. Blaufärbung zeigt an, daß sämtliches Eisen durch das Arsenat gebunden worden ist. Zum Schluß Verdünnung auf 100 l.

Mit Rücksicht darauf, daß die Feinheit des Niederschlages und damit seine Fähigkeit, sich in der Schwebe zu erhalten, mit dem Verdünnungsgrade der beiden Grundlösungen wächst, erscheint es zweckentsprechender, das Natriumarsenat und das Eisenvitriol in je 50 l Wasser zu lösen und die völlige Bindung des Natriumarsenates bezw. Eisenvitrioles unter Zuziehung des Blutlaugensalzpapieres durch Zusatz kleiner Mengen einer gesättigten Lösung des Salzes zu bewirken.

Neben etwa 200 g Eisenoxydularsenat enthält die Brühe noch etwas Natriumsulfat und Eisenhydroxydul. Bei Berührung mit dem Sauerstoffe der Luft entsteht Eisenhydroxyd und Eisenoxyduloxydarsenat, wodurch die Brühe eine sehr ausgeprägte, schmutziggrüne Färbung erhält.

Zur Vermischung mit Kupferkalkbrühe eignet sich die Eisenarsenatbrühe nicht.

Die Weinrebe verträgt Mischungen, in welchen 500 g Eisenoxyduloxydarsenat enthalten sind, Äpfel, Birnen, Pflaumen halten sogar das Verhältnis 2 kg : 100 l ohne Benachteiligung der Blätter aus.

Vermorel und Dantony (Pr. a. v. Bd. 52. **1909**. 102) erzielten:

einmalige Bespritzung 10. Mai	98,96 %	tote Heuwürmer
„ „ 15. „	55,00 „	„ „
tägliche Bespritzung vom 22. Mai bis 9. Juni	4,00 „	„ „

Es geht hieraus hervor, daß ein starker Erfolg und dabei ohne große Arbeitsleistung nur dann zu erzielen ist, wenn die Bespritzung im rechten Augenblicke erfolgt. Ein solcher liegt vor, sobald als der Mottenflug seinen stärksten Umfang erreicht hat. Degrully (Pr. a. v. **1910**. 259) empfahl das Mittel gegen Haltica auf Reben, anscheinend aber nicht auf Grund eigener Versuche. Von Oger (R. V. Bd. 32. **1909**. 118) wird die Wirkung des Eisenarsenates als mittelmäßig bezeichnet und als kaum an die des Nikotines heranreichend. Ebenso vermochte Maisonneuve (R. V. Bd. 34. **1910**. 151) gegen Conchylis und Eudemis mit dem Eisenarsenat keine brauchbaren Erfolge zu erzielen.

Zinkarsenat.

Das aus arsensaurem Natron und einem löslichen Zinksalz hergestellte Zinkarsenat wurde anläßlich der Liparis-Bekämpfung im Staate Massachusetts von Forbusch und Fernald (Gipsy moth **1896**. 480) auf seine Wirkung geprüft. Hierbei ergab sich, daß das Mittel die Blätter der Eiche bei 120 g : 100 l bereits stark beschädigte. Durch letztgenannte Verdünnung konnten die Raupen zwar nicht vollkommen von der Verpuppung abgehalten werden, es zeigte sich aber im weiteren Verlaufe, daß die verpuppten Individuen nicht zur Aus-

entwickelung gelangten. Erst bei 480 g : 100 l starben sämtliche ältere Raupen. Dagegen stellt Dewitz (Ber. G. **1909**. 112) ein Pulver aus Roggenmehl mit 0,5 bis 2 % Vol. arsensaurem Zinkoxyd dem arsensauren Blei an die Seite. Auch gibt er an, daß die Mischung den Rebenblättern keinen Schaden zufügt. Vielleicht erklärt sich dieser Widerspruch dadurch, daß Fernald bei seinen Versuchen selbstbereitetes Zinkarsenat nebst den dabei entstehenden Nebensalzen, Dewitz dahingegen reines, ausgewaschenes Zinkarsenat verwendet hat.

Die Arsenverbindungen des Bleies.

Sowohl das Bleiarsenit sowie das Bleiarsenat sind für pflanzentherapeutische Zwecke in Gebrauch genommen worden, letzteres häufiger wie ersteres.

Bleiarsenit, $Pb_3 As_2 O_6$.

Das Bleiarsenit wird aus arsenigsaurem Natron und Bleiacetat gewonnen, indem von ersterem 3, von letzterem 16 Teile in Wasser gelöst und gemischt werden. Sein Gehalt an Arsen ist normalerweise höher wie der des Bleiarsenates, nämlich 47,03 % $As_2 O_3$. Im Wasser hält es sich noch länger wie letzteres in der Schwebe. Gleichwohl hat sich die Voraussage von Marlatt (Bull. 6. D. E. **1896**. 35), welcher das Bleiarsenit als ein vielversprechendes Insektizid bezeichnete, nicht erfüllt, hauptsächlich deshalb, weil das Salz genau so wie das bei seiner Darstellung verwendete Natriumarsenit einen schwankenden Gehalt an arseniger Säure besitzt. Mit einer Brühe aus 200 g Bleiarsenit auf 100 l Wasser erzielte er (a. a. O.) sehr günstige Ergebnisse gegen Sackträgerraupen (Coleophora, usw.), denn der Fraß wurde fast unmittelbar nach der Bespritzung mit dem Mittel eingestellt und auch nicht wieder aufgenommen. Ebenso empfahl Colby (Bull. 151. Vers. Kalifornien **1903**) das Mittel. Dessenungeachtet hat das Bleiarsenat den größeren Anklang gefunden.

Ein etwas verunreinigtes arsenigsaures Blei von der Zusammensetzung

Bleioxyd (PbO)	49,58 %
Arsenige Säure ($As_2 O_3$), gebunden	40,02 „
„ „ „ freie	3,24 „
Feuchtigkeit	0,31 „
Fremde Beimischung (organische Masse, Bleisulfat)	6,85 „

führt in den Vereinigten Staaten die Bezeichnung: „red Arsenoid“.

Bleiarsenat, $Pb_3 As_2 O_8$.

Das Bleiarsenat, $Pb_3 (AsO_4)_2$, ist zum ersten Male 1893 auf Vorschlag von Moulton (Bull. D. E. 6. 27. Fernald, Gispy moth **1896**. 69) als Ersatzmittel für das Schweinfurter Grün in Gebrauch genommen worden, nachdem sich im Verlaufe des seit Beginn der 90er Jahre des verflossenen Jahrhunderts im Staate Massachusetts gegen Liparis dispar geführten Kampfes gezeigt hatte, daß mit dem Schweinfurter Grün in Mengen, welche für das Laub der Bäume unschädlich sind, eine befriedigende Wirkung gegen den Schädiger nicht zu er=

zielen ist. Die erste Vorschrift zu einer Bleiarsenatbrühe wurde im Annual Report des Board of Agriculture (Massachusetts) 1894 mitgeteilt. Anfänglich (Gipsy moth **1893**. 80) versprachen die Berichte über das neue Mittel nur wenig. Es wurden Zweifel an seiner Überlegenheit gegenüber dem Schweinfurter Grün geäußert. Bereits 1895 lauteten die Berichte über die Leistungen des Bleiarsenates jedoch günstiger und 1896 gibt Fernald sein Urteil über das letztere dahin ab, daß von allen Arsenverbindungen nur eine wirksamer als das Schweinfurter Grün sei, nämlich das Bleiarsenat. Als besondere Vorzüge werden ihm zugeschrieben:

1. daß selbst sehr starke Brühen für die Pflanze unschädlich bleiben,
2. daß die Spritzflecken infolge ihrer weißen Färbung überall gut sichtbar sind,
3. daß die wahrscheinlich von dem Bleiarsenat herrührende Klebekraft stärker ist als bei der Brühe von Schweinfurter Grün.
4. daß in der Brühe die Flöckchen von Bleiarsenat sehr fein verteilt sind und sich sehr lange in der Schwebe erhalten. Letztgenannten Vorzug besitzt aber nur die unmittelbar vor dem Gebrauche aus Bleisalz und Arsenat angefertigte Brühe. Käufliches trockenes Bleiarsenat sinkt nach dem Einrühren in Wasser sehr schnell zu Boden.

Ein Nachteil des Bleiarsenates ist seine verhältnismäßig schwache Wirkung, welche wohl nicht mit Unrecht auf den verhältnismäßig geringen Arsengehalt (normalerweise 28,53 % As_2O_3) zurückgeführt wird. Durch diesen Umstand ist Macoun (Ber. Experim. Farm. Ottawa **1910**) zur Empfehlung einer Mischung von 450 g Bleiarsenat mit 150 g Schweinfurter Grün auf 100 l Wasser veranlaßt worden.

Für die Bereitung von Bleiarsenat können zwei verschiedene Vorschriften zugrunde gelegt werden.

Vorschrift (78):	Natriumarsenat	300 g
	Bleiacetat	180 „
	Wasser	100 l
Vorschrift (79):	Natriumarsenat	300 g
	Bleinitrat	150 „
	Wasser	100 l

Herstellung: Beide Bestandteile in je 50 l Wasser lösen und das Bleiarsenat in das Natriumarsenat unter beständigem Umrühren eingießen.

Das dieser Brühe zugrunde liegende Plumbum aceticum puriss. cryst. Ph. G. V., $Pb(C_2H_3O_2)_2 + H_2O$), hat einen Preis (E. Merck, Preisliste 1913) von 1 M für 1 kg. Daneben erscheint im Handel noch Plumbum aceticum tribasicum, $Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot PbO + H_2O$, dessen Verwendung sich schon durch seinen hohen Preis verbietet. 1 kg Plumbum nitricum cryst., $Pb(NO_3)_2$ kostet 0,90 bis 1,10 M.

Zur Erhöhung der Klebekraft wird vielfach den beiden Brühen noch etwas Melasse oder Dextrin, 1 kg auf 100 l hinzugesetzt. Das aus Bleiacetat hergestellte Bleiarsenat hat bei Verwendung reiner Materialien 74,40 % PbO und

25,60 % As_2O_5, das aus Bleinitrat gewonnene, 64,26 % Bleioxyd und 33,15 % Arsensäure. Unter den im Handel erscheinenden Marken befinden sich aber nur wenige, welche diesen Anforderungen entsprechen. Auch das selbstbereitete Bleiarsenat pflegt geringwertiger zu sein, weil der Gehalt des Bleiacetates wie auch des Bleinitrates an Bleioxyd und der des Natriumarsenates ein sehr schwankender ist. Aus diesem Grunde macht sich auch die Prüfung der fertigen Bleiarsenatbrühe auf ihre Reaktion unter allen Umständen erforderlich. Die Herstellung des Bleiarsenates aus salpetersaurem Blei hat Kirkland (Bull. 20. D. E. **1899**. 102) befürwortet. Das dabei entstehende Produkt ist aber nicht reines dreibasisches Bleiarsenat wie es sich beim Mischen von Natriumarsenat mit essigsaurem Blei bildet, sondern ein Gemisch aus 2 Teilen zweibasischem und 1 Teil dreibasischem Bleiarsenat. Die Wirkung ist bei beiden Mitteln aber die nämliche. Dahingegen setzt sich die aus Bleinitrat bereitete Brühe schneller ab wie die aus Bleiacetat angefertigte.

Eine von den obigen Vorschriften etwas abweichende Darstellungsweise des Bleiarsenates hat Colby (Bull. 151. Kalifornien) vorgeschlagen:

Vorschrift (80):	Natriumarsenat	10 kg
	Bleiacetat	18 „
	(Bleinitrat)	(15 „)
	Wasser	200 l

Herstellung: Beide Stoffe in je 100 l Wasser lösen, mischen und auf 2500 bis 2700 l Flüssigkeit verdünnen. Aus 10 kg Natriumarsenat und 18 kg Bleiacetat entstehen 13,2 kg Bleiarsenat.

Um einerseits zu verhüten, daß das in den Handel gebrachte reine Bleiarsenat körnige Form annimmt und um andererseits die Herstellung der Brühe aus den beiden Grundsubstanzen zu ersetzen, gelangt in den Vereinigten Staaten das Bleiarsenat gebrauchsfertig in Form feuchter Paste unter der Bezeichnung „Disparin" zum Vertrieb. Irgend eine organische Masse, wie Dextrin oder Kleister, dient dabei als Träger.

Ein von Colby (a. a. O.) untersuchtes Disparin hatte die Zusammensetzung:

Bleioxyd	49,0 %
Arsensäure	16,3 „
Organische Masse, Teer . . .	4,2 „
Wasser, flüchtiges Öl	30,5 „

Der Gehalt des Mittels an wirksamer Substanz ist somit ein ziemlich geringer. Einen vollwertigen Ersatz für die selbstbereitete Brühe bildet dieser Bleiarsenatkleister nicht. Auch Verfälschungen des Disparin sind zahlreich. Gewöhnlich handelt es sich dabei um Zusätze von Bleiarsenit. Ein weiterer Nachteil des Mittels kann in mangelhafter Auswaschung der Essigsäure bestehen.

Nach einer Angabe von Hartzell (Bull. 331. Geneva, N.-Y. **1910**. 489) soll ein Zusatz von Zucker den Wirkungswert der Bleiarsenatbrühe erhöhen.

Schädigungen der Bleiarsenatbrühe.

Einer der Gründe, welche für den Ersatz des Schweinfurter Grüns durch das Bleiarsenat maßgebend waren, bestand in der durch mehrfache Beobachtungen

gestützten Annahme, daß letzteres im Gegensatz zum ersteren vollkommen unlöslich und damit für die Pflanze auch durchaus unschädlich sei. Verbrennungen der Blätter und Früchte sollten ausgeschlossen sein. Während zunächst auch von keiner Seite her Angaben über etwa wahrgenommene Beschädigungen durch die Bleiarsenatbrühe gemacht wurden, mehrten sich im Laufe der Zeit aber doch die Fälle, in denen Blattbeschädigungen wahrgenommen werden konnten. Übrigens berichtet schon Fernald (Gipsy moth **1896**. 143), daß Bleiarsenatbrühen von 2,0—2,4 v. H. Stärke gelegentlich Verbrennungen der Pflanzenteile hervorgerufen haben. Um derartig starke Brühen handelt es sich aber bei den in letzter Zeit bekannt gewordenen Schädigungen nicht. Über die Ursachen der letzteren stellten Haywood und Mac Donnell (Bull. 131. Bur. Chem. **1910**) Untersuchungen an. Nach den Genannten können die Beschädigungen des Laubes darauf beruhen, daß die Essigsäure nicht vollkommen ausgewaschen worden ist und daß sich Bleiarsenit in der Brühe befindet. Aus ihren Spritzversuchen geht weiter hervor, daß die Hinzugabe von Chlornatrium oder von Natriumkarbonat eine durchaus einwandfreie Bleiarsenatbrühe sofort in eine schadenbringende verwandelt und daß durch 1 kg Kalk auf 100 l Brühe derartige Nachteile behoben werden können.

Dem amerikanischen Beispiele folgend, hat der französische Weinbau von der Bleiarsenatbrühe weitgehenden Gebrauch gemacht. Gegen die fernere Verwendung von Arsensalzen für diesen Zweck ist nun aber Einspruch namentlich von ärztlicher Seite erhoben und damit begründet worden, daß von den mit Arsenbrühen behandelten Trauben größere oder geringere Mengen Arsen in den Most und den Wein übergehen können. Die Stichhaltigkeit dieses Einwandes ist vielfach geprüft worden. So haben Moreau und Vinet (C. r. h. 150. **1910**. 787) 1000 Stück Reben mit 100 l Brühe, welche 600 g Bleiarsenat enthielt, am 27. Mai sowie 6. Juni bespritzt und fanden hiernach am 14. September auf 10 Trauben 2,78 mg Blei vor, während im fertigen Weine, selbst bei Verspritzung der dreifachen Menge von Bleiarsenat keine Spur von Arsen nachgewiesen werden konnte. Durch einen zweiten Versuch ermittelten die nämlichen Forscher (C. r. h. Bd. 151. **1910**. 1147), daß bei 1000 Trauben das Verhältnis des aufgespritzten Bleiarsenates zum haften gebliebenen betrug:

Aufgespritzt	g Arsen	Übrig bei Ernte g As
31. Mai	61,4	0,58 = 0,94 %
14. Juni . . .	105,8	4,55 = 4,3 „
6. August . . .	136,4	7,65 = 5,7 „

In der Hauptsache sind es die Beerenstiele, welche das Gift festhalten. Bei Bespritzungen, welche mit dem 14. Juni, d. h. also vor der Blüte, abschlossen, konnte bei der Ernte am 15. Oktober nur noch an den Stielen (0,62 g Bleiarsenat an 100 g Trauben) Arsensalz nachgewiesen werden, von den Beeren war es vollkommen verschwunden. Nach der nämlichen Richtung hin stellte Heide (M. W. K. **1907**. 147) Untersuchungen an und fand nach der üblichen Behandlung der Rebstöcke mit Bleiarsenatbrühe auf

	Metallisches Blei mg	Metallisches Arsen mg
100 g ganze Trauben . . .	0,74	0,26
100 g Beeren	0,35	0,16
100 g Rappen	1,07	0,71
100 g Blätter	47,7	16,4
100 ccm Wein	0,0006 g	0,0002 g
100 ccm Wein nach 1. Abstich	0,0002 g	0,0001 g

Recht erhebliche Mengen beider Stoffe enthielt auch der Hefetrub. Von Belang ist die Feststellung Heides, daß von 29 ungespritzten (!) Naturweinen 14 arsenhaltig waren und einer in 100 ccm sogar 0,05 mg As enthielt.

Verwendungsweise. Die Bleiarsenatbrühe eignet sich in erster Linie für alle diejenigen Insekten, welche auf Pflanzenteilen ihre Fraßtätigkeit ausüben. Hierzu gehören die Coleopteren nebst ihren Larven, die mit beißenden Mundwerkzeugen ausgestatteten Hymenopteren und sämtliche freilebenden Hymenopterenafterraupen, die Raupen der Lepidopteren und die Orthopteren. In allen diesen Fällen wird die Brühe auf die zu schützenden, gewöhnlich grünen Pflanzenteile gespritzt. Daneben hat neuerdings das Bleiarsenat auch zu Giftködern gegen Fruchtfliegen Verwendung gefunden. Fungizide Eigenschaften sind bisher am Bleiarsenat nicht wahrgenommen worden.

Nachstehend einige Erfahrungen an wichtigeren Pflanzenschädigern.

Hartzell (Bull 331. Geneva, N.-Y. **1910**. 236) verwendete gezuckerte Bleiarsenatbrühen mit Erfolg gegen Haltica chalybea, Marcodactylus subspinosus (1200 g Bleiarsenat, 1 l Melasse, 100 l Wasser) und Fidia viticida (750 g Bleiarsenat, 1 l Melasse, 100 l Wasser). Der Rebenstecher (Rhynchites betuleti) wurde von Maisonneuve (R. V. Bd. 34. **1910**. 151) durch eine zweimalige Bespritzung (24. Mai als sich die ersten Wickel zeigten und 10. Juni) mit recht gutem Erfolge bekämpft. Mit einem Zusatz von 750 g Bleiarsenat zu 100 l Kupferkalkbrühe, erste Bespritzung nach Bemerkbarwerden der Käfer, zweite eine Woche später, erzielte Johnson (Bull. 68. B. E. **1908**. 61) gegenüber Fidia viticida an Weinstöcken.

Behandelt am 2. August 33,5 Eier pro Rebe,
unbehandelt „ 2. „ 352,4 „ „ „

Erdflöhe (Haltica sp.) lassen sich nach J. B. Smith (Bull. 229. Neu Jersey **1910**) von der süßen Kartoffel (Ipomaea batatas) fernhalten, wenn die jungen Pflanzen vor dem Aussetzen in eine Bleiarsenatbrühe von 1,2 : 100 l getaucht werden.

Verhältnismäßig widerstandsfähig ist der Coloradokäfer (Leptinotarsa 10-lineata), weshalb bei seiner Bekämpfung Brühen von der doppelten Stärke zu verwenden sind. Macoun (Ber. Kanada Exper. Farm **1910**) empfahl 600 bis 900 g auf 100 l oder eine Beigabe von Schweinfurter Grün zur Bleiarsenatbrühe nach der

Vorschrift (81):

Bleiarsenat	450 g
Schweinfurter Grün . . .	150 „
Wasser	100 l

Gegen die Larven des Ulmenblattkäfers (Galleruca luteola) richtete Marlatt (I. L. 7. 123) eine Brühe aus 100—240 g Bleiarsenat, ½ l Melasse und 100 l Wasser. Während die schwächste Mischung nur geringe Wirkungen zeigte, töteten die stärkeren Brühen innerhalb 5 Tagen 95% des Schädigers. Die Larven sterben übrigens nicht plötzlich, sondern verhältnismäßig langsam. Zu einer Verpuppung pflegen sie aber keinesfalls zu kommen. Bei neueren Versuchen zur Bekämpfung des Ulmenblattkäfers hat Britton (Jahresber. **1907/1908** Connecticut 815) zu stärkeren Brühen, nämlich 750—1150 g Bleiarsenat zu 100 l Wasser gegriffen.

Die Raupen von Großschmetterlingen unterliegen gleichfalls nur Bleiarsenatbrühen von größerer Stärke. Während Kirkland (Bull. 20. D. E. **1899**. 103) noch 250—300 g Bleiarsenat auf 100 l für ausreichend gegen Clisiocampa und Orgyia erklärte, empfiehlt Britton (Jahresbericht **1907/1908** Connecticut) 700—1200 g gegen Liparis dispar sowie 700 g gegen Paleacrita vernata und Alsophila prometaria, Chittenden (Bull. 66. B. E. **1909**. 53) 500—700 g gegen Prodenia eridania. Aus den umfangreichen Versuchen, welche seinerzeit Fernald (Gipsy moth. 449) an Liparis dispar anstellte, geht hervor, daß die älteren Raupen größere Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Gifte entwickeln. Bei 2000 g : 100 l starben die Raupen, welche bereits 5 Häutungen hinter sich hatten, innerhalb einer Woche, bei 800 g : 100 l ebenso bei 400 g : 100 l fanden einige Verpuppungen statt, gewöhnlich entwickelten sich die Puppen aber nicht weiter. Bei 240 g zu 100 l blieb unter 10 Raupen eine am Leben und der Tod der übrigen trat erst nach geraumer Zeit ein. Bei 120 g zu 100 l endlich wurde die Unwirksamkeit des Mittels offenkundig, denn ein erheblicher Teil der Raupen setzte seine Fraßtätigkeit fort und unterahm Häutungen.

Die durch Bleiarsenat vergifteten Raupen werfen die Haare ab und verfallen einer Entzündung.

Eine weite Verbreitung hat die Bleiarsenatbrühe in Frankreich zur Bekämpfung der Heu- und Sauerwürmer (Conchylis, Eudemis) sowie von Pyralis gefunden. Gleichwohl verwirft Lüstner (Ber. G. **1909**. 102) die Brühe für diesen Zweck und gibt einem Zusatz von Schweinfurter Grün zur Kupferkalkbrühe den Vorzug. Über die Gefahren, welche mit dem Genusse von Wein aus arsenierten Trauben für die menschliche Gesundheit verbunden sein sollen, wurde an anderer Stelle (S. 179. 195) Mitteilung gemacht. Um den erhobenen Bedenken unter allen Umständen gerecht zu werden, wird neuerdings die letzte Sommerbehandlung mit Bleiarsenat durch eine Bespritzung mit Nikotinbrühe ersetzt. Moreau und Vinet (C. r. h. 151. 1068) erzielten bei zwei Frühjahrsbespritzungen mit Bleiarsenat und einmaliger Sommerbehandlung mit Nikotinbrühe 92,1% tote Räupchen.

Auch gegen die Apfelwicklerraupe, Carpocapsa pomonella, ist die Bleiarsenatbrühe verwendet worden. Vorläufig hat sie aber das bisher für die Carpocapsa-Bekämpfung bevorzugte Schweinfurter Grün noch nicht zu verdrängen vermocht. Allem Anscheine nach steht dem die erheblich langsamere Wirkung des Bleiarsenates zusammen mit dem Umstande entgegen, daß die Nahrungsaufnahme des jungen Räupchens außerhalb des Apfels nur eine sehr geringe ist.

Die günstigsten Erfolge gegen Carpocapsa erzielte Garman (Bull. 133. Vers. Kentucky) bei Bespritzungen nach Blütenfall. Er erhielt:

	Wurmige Äpfel a	b
In die volle Blüte gespritzt	2,53 %	8,26 %
Unmittelbar nach Blütenfall gespritzt .	0,60 „	2,75 „

Als geeignete Objekte für die Behandlung mit Bleiarsenatbrühe würden noch in Frage kommen Schnecken, Larven des Aaskäfers (Silpha), Afterraupen der Tenthredinen (Eriocampoides) auf Obstbäumen, die Larven der Heuschrecken und wahrscheinlich auch noch Insekten mit leckenden Mundwerkzeugen. So hat Mally (Agr. Journ. Cape Good Hope. 34. **1909**. 620) gegen die Fruchtfliege (Ceratitis capitata) das Bleiarsenat als Giftköder angewendet.

Vorschrift (82):		
	Bleiarsenat	600 g
	Billiger brauner Zucker .	7,2 kg
	Wasser	100 l

Das Mittel ist derart auf die Blätter der gefährdeten Bäume zu spritzen, daß nur ganz geringe Mengen der Köderflüssigkeit auf dieselben gelangen. Mit den Bespritzungen muß begonnen werden, wenn die Früchte etwa $^1/_4$ ihrer endgültigen Größe erlangt haben. Von da ab ist in Pausen von 10 Tagen fortzufahren. Nach Anwendung des Mittels verminderte sich die Zahl der Eiablagen auf den Früchten ganz wesentlich.

Ergänzung der Bleiarsenatbrühe.

An und für sich besitzt die Brühe von Bleiarsenat keine fungiziden Eigenschaften, was unter Umständen als Nachteil empfunden werden kann. Durch die nachstehende Mischung suchte Oger (R. V. Bd. 31. **1909**. 405) diesen bedingten Übelstand zu beseitigen.

Vorschrift (83):		
	Natriumarsenat	500 g
	Bleiacetat	1400 „
	Zucker.	750 „
	Kupferoxychlorür	250 „
	Eisenoxyd	100 „
	Wasser	100 l

Ob er mit diesem Vorschlage Anklang finden wird, ist aber doch recht zweifelhaft, denn seine Vorschrift zeichnet sich nicht gerade durch Einfachheit aus. Dem Eisenoxyd fällt lediglich die Aufgabe zu, der Mischung eine auffällige rote Färbung zu verleihen.

Die Arsenverbindungen des Kupfers.

Sämtliche Verbindungen des Kupfers mit dem Arsen zeichnen sich durch einen hohen Grad von Giftigkeit aus, weshalb sie für pflanzentherapeutische Zwecke gern verwendet werden. Unter den zahlreichen Mitteln dieser Art haben sich besonders zwei eine führende Stellung erobert, das Kupferarsenit und das Schweinfurter Grün, während andere, wie die in den Vereinigten Staaten als

Paragrün, Graues Arsenoid, Grünes Arsenoid, Lorbeergrün bezeichneten Stoffe nur lokale Bedeutung besitzen und auch diese in absehbarer Zeit jedenfalls verlieren werden, da die großen Mengen freier arseniger Säure und die sie zu einem Nebenprodukt von wechselndem Gehalte stempelnde Zusammensetzung zu gewichtige Nachteile sind, um ihnen eine Zukunft zu sichern.

Kupferarsenit, $Cu_3 A_2 O_6$.

Das arsenigsaure Kupferoxyd, auch Scheelesches Grün genannt, ist seit dem Jahre 1875 als pflanzenpathologisches Bekämpfungsmittel auf Veranlassung von Riley im Gebrauch (24. Jahresb. Massachusetts 180). Gewonnen wird es durch Fällung einer Kupfervitriollösung mit arsenigsaurem Natron. Es stellt ein lebhaft grünes, in Wasser sehr schwer, in Ammoniakflüssigkeit leicht mit tiefblauer Farbe lösliches Pulver dar, welches in chemischreinem Zustande der Zusammensetzung $Cu_3As_2O_6$ bezw. $CuHAsO_3$ entspricht und alsdann 54,6% CuO und 45,4% As_2O_3 bezw. 47,1% CuO und 52,9% As_2O_3 enthält. Kupferarsenit sinkt wesentlich langsamer zu Boden wie Schweinfurter Grün, andererseits ist es etwas stärker löslich in Wasser wie letzteres und auch wie Bleiarsenat, dessen Schwebekraft eine höhere wie die des Scheeleschen Grünes ist. Das Mittel wurde seinerzeit angelegentlich von Marlatt (Bull. 2. D. E. **1895**. 25, I. L. 7. 408), der es seines geringen Preises und der wesentlich höheren, auf der großen Feinheit des Pulvers beruhenden Schwebekraft halber dem Schweinfurter Grün vorzieht, empfohlen. Auf die Pflanze wirken beide in fast ganz gleicher Weise ein (Marlatt, Bull. 6. D. E. **1896**. 30). Reines Kupferarsenit muß sich in einem Überschuß von Ammoniak ohne Rückstand lösen. 1 kg Cuprum arsenicosum kostet (E. Merck, Preisliste 1913) 2,90 M.

Brühen von arsenigsaurem Kupfer hat Marlatt (D. E. **1896**. Bull. 6. 32) gegen Liparis-Raupen in Anwendung gebracht. Bei 75 g zu 100 l wurden nur 71% der Raupen vernichtet, bei 120 g zu 100 l gingen sie aber sämtlich zugrunde. Ein nicht genannter Verfasser (J. B. A. 13. 1491) hat den Versuch unternommen, die in jüngster Zeit unter den Lärchenbeständen Englands großen Schaden anrichtende Nematus erichsoni durch eine mit etwas Mehl versetzte Kupferarsenitbrühe zu vernichten. Es gelang ihm, das Insekt erheblich zu vermindern. Lodeman (The Spraying of plants **1896**. 121) gibt an, daß das Mittel gegen Carpocapsa pomonella weniger gut wirkt als das Schweinfurter Grün. Gleichzeitig macht er die Bemerkung, daß das Kupferarsenit bessere fungizide Eigenschaften als irgend eine andere Verbindung des Arsens mit dem Kupfer besitze.

Empfehlenswert erscheint die Beigabe einer geringen Menge Kalk zur Brühe von Scheeles Grün, weil dadurch etwa in Lösung gehende As_2O_3 gebunden wird.

Ergänzungen der Kupferarsenitbrühe.

Um der Brühe von Kupferarsenit eine gesicherte fungizide Wirkung zu verleihen, hat Gaillot (Bull. de l'assoc. des chimistes etc. **1895/96**. S. 714) die folgende Mischung in Vorschlag gebracht:

Vorschrift (84):	Weißer Arsenik	100 g
	Soda	100 „
	Kupfervitriol	1 kg
	Frischer gutgebrannter Kalk	1 „
	Melasse	2 „

Herstellung: Arsenik und Soda in 1 l kochendem Wasser auflösen, mit dem Kupfervitriol ebenso verfahren und dasselbe unter beständigem Rühren in die erstgenannte Lösung schütten; Kalk ablöschen, auf 10 l Kalkmilch bringen, der vorstehenden Brühe unter fortwährendem Umrühren zusetzen. Es muß hierbei ein bläulichgrüner Niederschlag entstehen. Schließlich noch die mit heißem Wasser auf 2 l verdünnte Melasse hinzufügen.

Verwendung: Vor dem Gebrauche ist die langsam absetzende Brühe mit weiteren 85 l Wasser auf 100 l zu verdünnen.

Das Kupferacetatarsenit (Schweinfurter Grün).

Das Schweinfurter Grün, in Frankreich und den Vereinigten Staaten gewöhnlich Pariser Grün bezeichnet, ist eines der am meisten verwendeten insektiziden Magengifte. Seine Verwendung für pflanzenpathologische Zwecke hat zum ersten Male im Jahre 1868 in den Vereinigten Staaten gegen den Kartoffelkäfer stattgefunden (Americ. Entomol. 1. **1869**. 219). Marlatt (Bull. 6. D. E. **1896**. 25) bezifferte im Jahre 1895 den amerikanischen Verbrauch auf 2400 t. Namentlich die Obstbauer der Vereinigten Staaten bedienen sich des Giftes in ausgedehntestem Maße. Der Grund, weshalb das Mittel einen solchen Anklang gefunden hat, ist in der Einfachheit der Herstellung einer Brühe von Schweinfurter Grün und sodann in der prompten Wirkung desselben zu suchen. Üble Eigenschaften sind der verhältnismäßig hohe Preis, die starke Neigung zum Absetzen und die Abgabe nicht unerheblicher Mengen von As_2O_3 an das Brühenwasser. Letztgenannter Übelstand kann durch Beigabe von Kalkmilch ziemlich vollkommen beseitigt werden. Naturgemäß wird aber dadurch der Vorteil der einfachen Zubereitungsweise etwas beeinträchtigt. Es ist versucht worden, das rasche Absetzen des Schweinfurter Grünes durch Zusatz von Mehl, Glyzerin, Melasse usw. zu verhindern. Der gewünschte Erfolg tritt jedoch erst bei starken Beigaben ein und ist dann mit einer erheblichen Verteuerung verbunden. Am besten eignet sich für diesen Zweck noch die Kupferkalkbrühe, sofern zugleich mit dem schädlichen Insekt auch eine Bekämpfung von parasitären Pilzen verbunden werden kann. Die vorbenannten üblen Eigenschaften haben die Folge gehabt, daß in neuerer Zeit die Anwendung von Schweinfurter Grün etwas zurückgegangen ist. Als Ersatzmittel hat das Bleiarsenat Aufnahme gefunden.

Das Schweinfurter Grün ist ein Doppelsalz des Kupfers von einer je nach der Zubereitungsweise etwas abweichenden Zusammensetzung. Sehr häufig besitzt es die Formel:

$$3(CuO\,As_2O_3) + Cu(C_2H_3O_2)_2,$$

bildet also eine Vereinigung von 3 Teilen Kupfermetaarsenit mit 1 Teil Kupferacetat. Im chemischreinen Zustande besteht diese aus 82% Kupferarsenit und 18% Kupferacetat mit

As_2O_3	58,64%
CuO	31,30 „
$C_2H_4O_2$	10,06 „

Eine derartige Reinheit erreicht die Handelsware Schweinfurter Grün aber wohl niemals. Selbst Erzeugnisse, welche frei von absichtlichen Verfälschungen sind, pflegen je nach der Herstellungsweise noch etwas freie arsenige Säure, schwefelsaures Natrium oder Essigsäure zu enthalten und infolgedessen in ihrer Zusammensetzung zu schwanken. Bei der Untersuchung von 44 Proben Schweinfurter Grün fand Slyke (Bull. 222. Geneva, N.-Y.)

As_2O_3	55,39—64,40%	57,10% im Mittel
As_2O_3 wasserlöslich .	0,61— 1,35 „	1,01 „ „ „
CuO	27,03—30,79 „	29,41 „ „ „
$Cu_3(AsO_3)_2$ . . .	50,63—57,60 „	55,10 „ „ „

Gößmann (Bull. 81. Massachusetts **1902**. 7)) ermittelte

CuO	28,00—30,80%
As_2O_3	58,52—61,15 „
Feuchtigkeit . .	0,39— 0,86 „

Die Herstellung des Schweinfurter Grüns kann erfolgen erstens durch Kochen einer Lösung von essigsaurem Kupferoxyd (Cuprum subaceticum = aerugo viridis) und arseniger Säure, zweitens durch Mischung der Lösungen von Natriumarsenit und Kupfervitriol und nachträglichem Zusatz von Essigsäure. Gewöhnlich wird das gewonnene Kupferacetatarsenit ausgewaschen und getrocknet. Bei dem Trocknungsprozeß verliert das Schweinfurter Grün aber viel von seiner Feinkörnigkeit und sollte, sofern es zur Verwendung für pflanzenpathologische Zwecke bestimmt ist, deshalb erst einer nochmaligen Mahlung unterworfen werden. Diese ganze Umständlichkeit würde sich dadurch umgehen lassen, daß das Schweinfurter Grün nicht getrocknet, sondern nur tunlichst weit vom Wasser befreit und dann mit Dextrin oder Stärkekleister zu einer dickbreiigen Masse verarbeitet, geschützt vor weiterem Wasserverlust, aufbewahrt würde. Das getrocknete Kupferacetatarsenit ist von geringerer Feinheit, als das frischgefällte. Vom Feinheitsgrade hängt aber, wie oben gezeigt wurde, das raschere oder langsamere Zubodenfallen des Mittels in der Brühe ab.

Wesentliche Anforderungen, welche das Schweinfurter Grün erfüllen muß, sind 1. hinlängliche Feinheit, 2. hinlängliche Reinheit und 3. tunlichst geringer Gehalt an freier arseniger Säure.

Prüfung des Feinheitsgrades.

Hierfür könnte das Sulfurimeter herangezogen werden. Bisher ist sie vorwiegend mit Hilfe des Mikroskopes erfolgt (Colby, Bull. 151. Kalifornien). Shaw und Fulton (Bull. 49. Oregon) fordern von einem guten Schweinfurter Grün, daß es unter dem Mikroskop gleichmäßig runde Körner von 0,1—0,2 mm Durchmesser

zeigt. Von der Tatsache ausgehend, daß das Schweinfurter Grün um so mehr As_2O_3 an das Wasser abgibt, je feiner seine Körnung ist, könnte auch folgendes Ermittelungsverfahren eingeschlagen werden. Ein Teil des zu prüfenden Schweinfurter Grüns wird mit 1000 Teilen kohlensäurefreiem Wasser 10 Tage lang ausgezogen und alsdann in einem Bruchteile des Filtrates die arsenige Säure nach einer der bekannten Methoden bestimmt. Je höher die gefundene Menge As_2O_3 ist, je feinere Beschaffenheit besitzt das Muster. Bezüglich der Reinheit und der zulässigen Menge freier Arsensäure sind in den Vereinigten Staaten mehrfach gesetzliche Verordnungen erlassen worden, welche ziemlich übereinstimmend fordern, daß das für pflanzenpathologische Zwecke in den Handel gelangende Schweinfurter Grün mindestens 50% an Kupfer gebundene arsenige Säure enthalten muß und nicht mehr als 3,5% wasserlösliche As_2O_3 enthalten darf. Diese Anforderungen reichen indessen nicht vollkommen aus, es ist vielmehr auch noch eine Festlegung des Verhältnisses von $As_2O_3 : CuO$ erforderlich. Dasselbe hat etwa 58 : 30 rund 100 : 50 zu betragen.

Reinheitsprüfung.

Neben mindergehaltigem kommt auch regelrecht verfälschtes Schweinfurter Grün in den Handel. Die üblichen Verfälschungsmittel sind Gips, Kreide, Schwerspat, Preußisch Blau. Bei nachlässiger Herstellung kann auch das wertlose schwefelsaure Natrium zugegen sein.

Für die Prüfung des Schweinfurter Grüns auf seine Reinheit stehen folgende Verfahren zur Verfügung:

1. Die Gleitprobe auf Glas. Man läßt eine kleine Probe des zu prüfenden Materials über eine schräggestellte Glasscheibe gleiten und vergleicht den am Glase haften bleibenden Belag mit dem, welcher eine als rein bekannte Probe unter den gleichen Umständen hinterläßt. Ein hellerer Ton des Belages sowie ungleichmäßige Beschaffenheit desselben deuten einen Gips-, Kreide- usw. Zusatz an wobei aber berücksichtigt werden muß, daß sehr fein gepulvertes Grün, auch wenn es vollkommen rein ist, eine etwas bleichere Färbung aufweist als das grobpulverige Material.

2. Die mikroskopische Untersuchung bei auffallendem und durchfallendem Licht. Reines Schweinfurter Grün besteht aus gleichmäßig großen Kügelchen. Kristallinische oder unregelmäßig zerfetzte Bestandteile zeigen Beimengungen fremder Körper an.

3. Die Ammoniakprobe. Am einfachsten und sichersten werden verdächtige Proben auf Gips- usw. Beiwerk erkannt durch Lösung von 1 g Grün in etwa 25 ccm Ammoniak. Bleibt hierbei in der entstehenden tiefblauen Flüssigkeit ein Teil des Pulvers ungelöst am Boden zurück, so liegt eine Verfälschung vor, deren Umfang sich aus der Menge des Bodensatzes einigermaßen abschätzen läßt. Im übrigen ist völlige Lösung der Probe noch kein endgültiger Beweis dafür, daß dieselbe aus reinem Kupferarsenitacetat besteht.

4. Die quantitative Arsenbestimmung. 2 g Schweinfurter Grün werden einige Minuten lang in 100 ccm Wasser und 2 g Natriumhydroxyd gekocht. Nach Abkühlung auf Zimmertemperatur wird zu 250 ccm verdünnt und filtriert.

50 ccm des Filtrates = 0,4 g der Probe, werden bis auf etwa 25 ccm eingedampft, mit 25 ccm starker Salzsäure und 3 g Natriumjodid versetzt. Nach 10 Minuten langem Stehen wird diese Flüssigkeit allmählich mit Wasser verdünnt und danach soviel verdünnte Natriumthiosulfatlösung hinzugefügt, bis die rote Farbe der Lösung verschwindet. Hierauf wird letztere mit trockenem Natriumkarbonat neutralisiert und mit etwas Natriumkarbonatlösung versetzt. Schließlich ist mit Jodlösung zu titrieren. 1 ccm davon entspricht 0,005 g As_2O_3. Die Vervielfachung der verbrauchten Kubikzentimeter Jodlösung mit 1,25 gibt den Gehalt der untersuchten Probe Schweinfurter Grün an arseniger Säure in Prozent an.

5. Quantitative Bestimmung der wasserlöslichen Arsenigsäure. 1 g Schweinfurter Grün ist mit 1000 ccm destilliertem Wasser 24 Stunden lang unter wiederholtem Schütteln auszulaugen, davon sind 200 ccm mit Natriumbikarbonat alkalisch zu machen und alsdann mit Jod unter Anwendung von Stärkekleister als Indikator auf arsenige Säure zu titrieren.

6. Quantitative Bestimmung des CuO. Der Filterniederschlag von Nr. 4 ist mit heißem Wasser gut auszuwaschen, in heißer Salzsäure zu lösen und zu 250 ccm zu ergänzen. Hiervon werden 50 ccm mit kohlensaurem Natron alkalisch und dann mit Essigsäure wieder ganz sauer gemacht. Sodann ist eine etwa dem Zehnfachen des vermutlichen Kupfergewichtes entsprechende Menge Jodkalium hinzuzusetzen und mit $^1/_{10}$ Normallösung Natriumhyposulfit zu titrieren. Der als Indikator dienende Stärkekleister darf erst hinzugefügt werden, nachdem der größte Teil des Jodes umgesetzt ist.

Die letztgenannten drei Prüfungsverfahren sind in den Vereinigten Staaten von der Regierung vorgeschrieben worden. Für die Bestimmung der gesamten Arsenigsäure können auch andere Verfahren gewählt werden.

Beschädigungen der Pflanzen.

Das Verhalten des Schweinfurter Grüns zur Pflanze läßt mancherlei Wünsche offen, denn es treten bei seiner Anwendung nicht selten Beschädigungen der Blätter und Früchte ein. Haywood (Bull. 37. D. E. 51) hat die Anlässe, welche diese unliebsamen Erscheinungen herbeiführen, näher untersucht, und kommt zu dem Ergebnis, daß als Ursache derselben anzusehen ist 1. die in der Brühe vorhandene freie arsenige Säure, 2. die Bildung von freier As_2O_3 unter dem Einflusse der in der Luft bezw. im Regen enthaltenen Kohlensäure, 3. schlechte Zubereitung der Brühe, 4. die sehr feine Mahlung. Ein Eintritt von Arsen in die Blattgewebe findet nicht statt. Kartoffelpflanzen, welche mit dem Gifte besprengt worden waren, enthielten keine erkennbaren Mengen von Arsen. Auch Bailey (Bull. 18 der Cornell-Universität Ithaka, N.-Y.) fand kein Arsen in den Geweben von Pfirsichblättern, welche an den Folgen einer Behandlung mit Schweinfurter Grün zugrunde gegangen waren. Ebensowenig konnte Fernald (Gipsy moth **1896**. 141) bei Blattverbrennungen arsenige Säure in den Blattgeweben nachweisen. Hiermit in Widerspruch steht allerdings eine Mitteilung von Gillette (Bull. 2. Vers. Jowa. 30), welcher 48 Stunden nach einer Be-

sprengung mit Arsenlösung in den Geweben des betreffenden Pflanzenkörpers Arsen wahrgenommen haben will.

Die Notwendigkeit, Blattverbrennungen durch die Brühe von Schweinfurter Grün zu verhüten, hat zu der Gepflogenheit geführt, der Brühe eine geringe Menge Kalk hinzuzufügen, um hierdurch die Bildung von schwerlöslichem Kalkarsenit zu veranlassen.

Lintner (1. Jahresber. über schädl. u. nützl. Insekten des Staates New-York **1882**. 26) hat Untersuchungen angestellt, ob eine innerliche Einwirkung des Arsenes auf die Pflanze stattfindet. Er fand, daß die Pflanze aus dem Boden Arsen nicht aufnimmt und daß eine Hemmung des Wachstums erst dann eintritt, wenn auf den Ar 10 kg Schweinfurter Grün verabfolgt werden.

Verwendungsweise des Schweinfurter Grüns.

Das Schweinfurter Grün wirkt langsamer wie Arsenik und Londoner Purpur. Bei weitem am häufigsten wird das Schweinfurter Grün als Brühe, daneben aber auch noch in der Pulverform und als Ködergift verwendet.

Den Brühen liegt gewöhnlich zugrunde

Vorschrift (85):	Schweinfurter Grün .	100—200 g
	Fettkalk	250—500 „
	Wasser	100 l

Herstellung: Das Grün in einem Gefäß von 2—3 l Inhalt zunächst mit wenig Wasser zu einem steifen Brei verrühren, Fettkalk in dem Reste des Wassers verteilen, den Brei von Schweinfurter Grün allmählich mit Kalkwasser bis auf etwa 2 l verdünnen und schließlich in das übrige Kalkwasser unter Umrühren einschütten. Schweinfurter Grün-Brühe muß jeden Tag frisch bereitet, ein etwa vorhandener vortägiger Rest aber weggeschüttet werden, da beim Stehen der Brühe immer neue Mengen As_2O_3 in Lösung gehen. Alte Brühe schließt somit ein hohes Maß von Schädigungsgefahren für die zu behandelnden Pflanzen ein.

Verwendung: Bei der Verwendung der Brühe sind zwei Forderungen streng zu erfüllen: 1. Die Brühe muß während der Spritzarbeit beständig in Bewegung gehalten werden, damit ihre Zusammensetzung in allen Teilen immer die gleiche bleibt und sich nicht etwa ein gehaltreicherer Niederschlag am Boden bildet. 2. Die Pflanzenteile dürfen nur ganz leicht benetzt werden.

Bailey (Bull. 18. Vers. Cornell-Universität) stellte die wichtige Tatsache fest, daß die Brühe bei feiner Verteilung weniger Verletzungen der Blätter verursacht als bei massiger Besprengung. Außerdem sind ausgewachsene Blätter und hartgewordene Triebe empfindlicher gegen die Brühe als jugendliche, noch im lebhaften Wachstum befindliche Pflanzenteile. Nach Whitehead (J. A. S.) sind unschädlich für Apfelbäume 40 g, für Birnbäume und Haselsträucher 45 g, für Pflaumenbäume und Johannesbeeren 60 g Schweinfurter Grün auf je 100 l Wasser. Am empfindlichsten haben sich die Pfirsichbäume erwiesen.

Als Insektizid.

Die Zahl der Insekten, welche mit Hilfe des Schweinfurter Grüns vernichtet werden können, ist eine sehr große, denn sie umfaßt alle mit leckenden, kauenden und schneidenden Mundwerkzeugen versehene Formen der Niedertierwelt. Nachstehend einige der wichtigeren.

Für Anthonomus signatus Say (Stachelbeerstecher) schreibt Chittenden (I. L. 7. 21) 3 Bespritzungen mit 70 g Grün auf 100 l Wasser vor und zwar 2—3 Tage vor, 2—3 Tage nach der Blüte und 1 Woche später. Also z. B. 24. 25. April erste Bespritzung, 27. April Beginn der Blüte, 29./30. April zweite Bespritzung, 5. Mai dritte Bespritzung. Eine vierte Bespritzung ist nur nötig, wenn in der Zwischenzeit viel Regen fällt.

Anthonomus grandis, der mexikanische Bollwurm. Gegen diesen ist nach Howard (I. L. 7. 305) eine Brühe von 70 g Grün zu 100 l Wasser beim Blütenfall der Baumwollstaude zu benutzen.

Conotrachelus nenuphar Herbst (Pflaumenrüßler). Erste Bespritzung mit einer 1 ‰-Brühe unmittelbar nach dem Aufbrechen der Blattknospen, aber noch vor der Blüte, die zweite sofort nach dem Abblühen, die dritte 8—10 Tage später als die zweite.

Gegen Leptinotarsa 10-lineata Say (Kartoffelkäfer) und Fidia viticida Walsh werden 120 g auf 100 l Wasser vorgeschrieben. In neuerer Zeit gelangen aber meist größere Mengen zur Verwendung. So empfiehlt Britton (Jahresber. **1907/1908**. Connecticut 815) gegen Galerucella luteola ein Gemisch von 250 g Grün und 750 g frischgebrannten Kalk auf 100 l Wasser.

Wohl in den weitaus meisten Fällen ist die Schweinfurter Grün-Brühe gegen die Schäden der Apfelwicklerraupen (Carpocapsa pomonella) gerichtet worden. Bei der Bekämpfung des Apfelwicklers liefert die Bespritzung unmittelbar nach dem Blütenfall bessere Ergebnisse wie das Spritzen in die Blüte. Garman (Bull. 134. Vers. Kentucky **1908**) erhielt:

In die volle Blüte gespritzt . .	19,58 %	4,49 % wurmige Äpfel
Nach Blütenfall gespritzt . . .	2,53 „	0,38 „ „ „

Über die zweckmäßigste Verwendungsart der Brühe gegen Carpocapsa wurde weiter oben S. 180 Mitteilung gemacht.

Den vielen Erfolgen, welche die Brühe von Schweinfurter Grün zu verzeichnen hat, stehen auch einige Mißerfolge gegenüber. Namentlich hat sie in den im Staate Massachusetts geführten Kampfe gegen Liparis dispar insofern versagt, als sie sich erst in einer Stärke gegen ältere Raupen wirksam erwies, welche dem Laube bereits schädlich wird (Fernald, Bull. 2. D. E. **1895**. 61. Gipsy moth 473). Es bleibt hierbei aber fraglich, ob nicht die neuen Marken Schweinfurter Grün so wesentlich weniger freie Arsensäure enthalten, daß auch gegen die offenbar ziemlich widerstandsfähige Schwammspinnerraupe höhere Mengen von Schweinfurter Grün ohne Nachteil für die Blätter verwendet werden können.

Mit einer Brühe von 133 g Grün auf 100 l Wasser hatte Sajo (Z. f. Pfl. **1893**. 137) bei Lema melanopa L. Mißerfolge zu verzeichnen, welche angesichts

der sonst bei Blattkäfern mit dem Mittel erzielten guten Wirkungen einigermaßen befremden. Wahrscheinlich hat die Brühe an den aufrechtstehenden und dazu noch glatten Getreideblättern trotz der Beigabe von 3,5 l Mehl auf 100 l Brühe gar nicht gehaftet.

In Pulverform gelangt das Schweinfurter Grün weniger oft zur Verwendung. Von Aletia xylina, Heliothis armigera, Anthonomus grandis, Nacktschnecken usw. befallene Baumwollstauden werden in der Weise überpudert, daß zwischen denselben Maultiere hindurchgetrieben werden, welche quer über dem Rücken eine Stange und an deren Enden einen Sack mit dem Mittel tragen. Die Bewegung der Tiere soll zur Erzielung der gewünschten Überstäubung hinreichen. Für Gartengemüse wird am besten der Blasebalg mit langer Abführungsröhre und eines der beiden folgenden Pulver verwendet:

Vorschrift (86a):	Schweinfurter Grün	1 kg
	Mehl	100 „
Vorschrift (86b):	Schweinfurter Grün	1 kg
	Kalkmehl	100 „

Die beiden Bestandteile müssen sehr gut gemischt sein und dürfen nur dann auf die Pflanzen gebracht werden, wenn letztere vom Tau oder Regen leicht angefeuchtet sind. Die Bepulverungen rufen verhältnismäßig leicht Pflanzenbeschädigungen hervor, deshalb suchte Lüstner (Ber. G. **1909**. 102) die nachteiligen Einwirkungen dadurch zu beseitigen, daß er das Arsensalz mit dem Kalk und wenig Wasser zu einem dünnen Brei vermischte, das überstehende Wasser vom Bodensatz trennte und den letzteren, nachdem er vollkommen abgetrocknet war, pulverte. Eine derartig zubereitete Mischung ruft keine Blattverbrennungen mehr hervor.

Als Ködergift wird das Schweinfurter Grün vollkommen wie der weiße Arsenik (s. diesen S. 181) also namentlich gegen bodenbewohnende Insekten und Heuschrecken verwendet. Ein Köder gegen Erdraupen wird von Morgan (Circ. 123. B. E. **1910**) in folgender Weise zubereitet:

Vorschrift (87):	Schweinfurter Grün . . .	1 kg
	Kleie.	50—75 „
	Melasse	2—3 l
	Wasser	nach Bedarf

Herstellung: Kleie und Schweinfurter Grün trocken mischen (behandschuhte Hände!), 2—3 l Melasse in 50 l Wasser lösen und von diesem Zuckerwasser der Kleie soviel hinzusetzen, als notwendig ist zur Formung eines steifen Breies. Letzteren in erbsengroße Stücke zerteilen. Geschützt vor Verdunstung aufzubewahren.

Verwendung: Die Köderbröckchen am Fuße der gefährdeten Pflanzen gegen Abend ausstreuen.

Morgan schützte auf diese Weise junge Tabakspflanzen in den Saatbeten, sowie die ins freie Land versetzten Tabaksstauden gegen den Fraß von Peridroma margaritosa u. a. Durch das nämliche Verfahren lassen sich die verschiedenen Agrotis-Arten von Möhren, Zwiebeln, Rüben, Mais, Erbsen fernhalten.

Als Vernichtungsmittel für die aus den Drahtwürmern (Elateriden) hervorgehenden Käfer benutzte Comstock (Bull. 3. Vers. Cornell-Universität) kleine Bündelchen von Rotklee oder Luzerne, welche mit einer 10prozent. Brühe von Schweinfurter Grün benetzt worden waren.

Eine dritte Form von Ködern hat Criddle (Ber. Canada. Experim. Farm. **1903**. 163) besonders zur Vertilgung von Heuschrecken (Melanoplus atlantis, M. packardi, M. bivittatus, M. spretus) in Canada verwendet. Der Köder setzt sich zusammen nach der

Vorschrift (88): Schweinfurter Grün . . . . 1 kg
Frischer Pferdedung . . . . 100 „
Kochsalz . . . . 2 „

Herstellung: Kochsalz in wenig Wasser lösen und dem trockenen Gemisch des Düngers mit dem Schweinfurter Grün hinzusetzen, das Ganze in kleine Klümpchen verteilen.

Verwendung: Die Köderbrocken bei heißem Wetter in den Morgenstunden an den von den Heuschrecken gefährdeten Grasplätzen ausstreuen. Feuchter Köder wird bevorzugt. Bei Temperaturen unter 10° C. und bei Regenwetter findet Heuschreckenfraß nicht statt. Das Ausstreuen großer Klumpen ist nicht nur zwecklos, sondern unter Umständen auch von Gefahren für das Weidevieh begleitet.

Als Fungizid.

In verschiedenen Fällen sind an der Brühe von Schweinfurter Grün auch fungizide Leistungen wahrgenommen worden. So wird von Goff (Bull. 3. D. V. P. 31) berichtet, daß eine aus 60 g Schweinfurter Grün, Kalk und 100 l Wasser bestehende Brühe das Auftreten von Apfelschorf (Venturia inaequalis; Fusicladium dendriticum) besser als alle sonstigen Fungizide, Kupferkalkbrühe eingeschlossen, verhinderte. Es wurden geerntet:

	Früchte			
	1. Güte	2. Güte	3. Güte	wurmige
Von unbehandelten Bäumen .	30,05 %	67,55 %	2,40 %	6,77 %
4malige Bespritzung	53,94 „	45,09 „	0,97 „	0,86 „

Ergänzungen des Schweinfurter Grüns.

Die Brühe von Schweinfurter Grün wird vorwiegend durch fungizide, gelegentlich aber auch noch durch Mischungen ergänzt, welche zur Erhöhung der insektiziden Wirkung dienen sollen.

Unter den Fungiziden eignet sich keines besser wie die Kupferkalkbrühe zur Vermischung mit dem Schweinfurter Grün, da der überschüssige Kalk der ersteren die aus dem letzteren freiwerdende arsenige Säure bindet und dergestalt ein völlig einwandfreies Spritzmittel hergestellt wird. Mit ammoniakalischen Fungiziden, wie ammoniakalisches Kupferkarbonat, ammoniakalische Kupfervitriollösung usw. darf das Schweinfurter Grün nicht vermischt werden. Mit einer Schweinfurter Grün enthaltenden Kupferkalkbrühe gelang es Galloway gleichzeitig den Coloradokäfer (Leptinotarsa 10-lineata) und den Kartoffelpilz (Phytophthora

infestans) zu bekämpfen. Weitere Verwendungsmöglichkeiten sind z. B. Apfelschorf und Apfelwickler.

Steigerungen der insektiziden Wirkung hat Coquillett (Bull. 30. D. E.) durch Zusatz von Seifen zu erzielen versucht. Namentlich die Verbreitungsfähigkeit der Brühe auf dem Pflanzenteil gewinnt durch derartige Beigaben, gleichzeitig besteht aber die Gefahr, daß die Alkalien der Seife arsenige Säure lösen und dadurch zum Anlaß von Pflanzenbeschädigungen werden. Eine Ergänzung durch Harzseifenbrühe hat nach Coquillett sehr günstige Ergebnisse gegen Carpocapsa pomonella und Eriocampa cerasi Peck. geliefert. Weiter empfahl er den Zusatz von 2,5 kg Hammeltalgseife auf 100 l Brühe. Beide Zusätze halten auch das Niedersinken des Schweinfurter Grüns in der Flüssigkeit etwas auf. Gleichwohl erscheint es ratsamer, von derartigen Hilfsmitteln keinen Gebrauch zu machen.

Die trockene Mischung von Schweinfurter Grün mit Ammoniumsalzen gibt in Wasser eine vollkommene Auflösung. Ein derartiges Mittel wird von der Chemischen Fabrik G. m. b. H. Schweinfurt unter der Bezeichnung Phytonal hergestellt. Naturgemäß haftet diesem Mittel nicht der Nachteil des Spritzenverstopfens an. Auf der anderen Seite besitzt es nur schwache Klebekraft. Beobachtungen über das Verhalten zur Pflanze liegen noch nicht vor.

In den Vereinigten Staaten wird neuerdings unter dem Handelsnamen „Paragrin" als Ersatzmittel für das Schweinfurter Grün ein Erzeugnis angepriesen, welches nach einer Analyse von Colby (a. a. O.) wie dieses Kupfer, arsenige Säure und Essigsäure in folgenden Mengen enthält:

Kupferoxyd (CuO)	23,46 %
Arsenige Säure (As_2O_3), gebundene	17,52 „
„ „ „ freie	23,08 „
Essigsäure	6,72 „
Gips	19,31 „
Schwefelsaures Natrium	2,26 „
Chlornatrium	0,25 „
Eisenperoxyd	0,20 „
Feuchtigkeit	0,20 „

Infolge seines hohen Gehaltes an freier arseniger Säure eignet sich das Paragrin nicht ohne weiteres als Insektizid; es müssen ihm erst durch Zusatz von Kalk die blattschädigenden Eigenschaften genommen werden. Im übrigen ist die Zusammensetzung des Paragrins eine so schwankende, daß seine Verwendung auch aus diesem Grunde schon nicht ratsam erscheint.

Salpetersaures Silber, $AgNO_3$.

Nach Angaben von Vermorel und Dantony (Pr. a. v. **1910**. 2. 160) soll eine seifige aus 20 g Silbernitrat und 150 g Seife auf 100 l Regenwasser bestehende Silbernitratbrühe eine der Kupferkalkbrühe überlegene Wirkung gegenüber Plasmopara viticola besitzen. Die Berichte, welche Kulisch (Bericht

Kolmar **1911**) über seine Erfahrungen mit dem Mittel während des Jahres 1911 gibt, lauten indessen nicht günstig. Auch Müller (Bericht Hauptsammelstelle Baden **1911**. 116) fand, daß die seifige Silbernitratbrühe der Kupferkalkbrühe nicht überlegen ist.

Quecksilberchlorid (Ätzsublimat), $HgCl_2$.

Das Ätzsublimat besitzt ganz ausgezeichnete pilzwidrige Eigenschaften und leistet deshalb in verschiedenen Fällen gute Dienste. Leider steht aber der uneingeschränkten Verwendung seine große Giftigkeit auch für Menschen und Nutztiere entgegen. Um Verwechslungen des Ätzsublimates mit Zucker, Salz usw. zu verhüten, sollte ihm für alle Fälle ein auffallender Farbstoff zugesetzt werden. Ursprünglich ist das Quecksilberchlorid nur für Abtötung von pilzlichen Lebewesen und ihrer Sporen in Anwendung gebracht worden, neuerdings hat es aber auch als Insektizid Eingang gefunden.

Als Insektizid.

Mally (Bull. 29. B. E.) spritzte eine Auflösung von 6 kg Ätzsublimat in 100 l Wasser auf die Blüten von Pferdebohnen, welche als Fangpflanzen für die Schmetterlinge von Heliothis armiger (dem Bollwurm der Amerikaner) in den Baumwollfeldern dienten. Die erhoffte Vergiftung der Falter trat aber nur in ungenügendem Umfange ein, da die Giftlösung sehr bald an der Luft eintrocknet und dann den Schmetterlingen nicht mehr zugänglich ist. Gleichfalls ungünstige Ergebnisse hatte Coquillett (Bull. 23. B. E. 35) zu verzeichnen. Weder eine Lösung von 15 g Ätzsublimat : 100 l Wasser noch die stärkeren Konzentrationen mit 30 g und 150 g vermochten die rote Schildlaus (Aspidiotus aurantii Maskell) in nennenswertem Umfange zu vernichten. Blätter und Früchte der Orangenbäume wurden von den zwei erstgenannten Lösungen nicht verletzt. Die stärkere Konzentration kam auf laublosen Bäumen zur Anwendung.

Eine 1—2 prozent. Lösung ist nach einer im landwirtschaftlichen Vereine der Gironde gefallenen Mitteilung weder zur Vernichtung von Traubenwürmern noch von Erdflöhen (und ebensowenig von Anthraknose, Plasmopara, Botrytis) auf Weinstöcken geeignet (J. a. pr. **1898**. 2. 878). Zur Zeit liegen somit keinerlei Ergebnisse vor, welche die Verwendung des Ätzsublimates als Insektizid angezeigt erscheinen lassen. Um es auch für die Vernichtung von schädlichen Niedertieren geeignet zu machen, müßte seine Überführung in eine Form erfolgen, welche den Einflüssen von Tau und Regen hinlänglichen Widerstand entgegensetzt.

Als Fungizid.

Die Einführung des Ätzsublimates als Fungizid für pflanzenpathologische Zwecke geht von Bolley (Bull. 4. Versuchsstation Nord-Dakota) aus, welcher dasselbe zur Verhütung des Kartoffelschorfes verwendete.

Einige Pilzformen sind von Wüthrich (Z. f. Pfl. **1892**. 16—31. 81—94) auf ihr Verhalten gegen Ätzsublimatlösungen mit folgendem Ergebnis untersucht worden:

Phytophthora infestans. Eine 0,00135 prozent. Lösung verhindert die Keimung der Konidien vollkommen und bringt die Zoosporen zum sofortigen Absterben.

Plasmopara viticola. Verhält sich ganz ebenso.

Puccinia graminis. Die Keimung wird verhindert bei den Uredosporen durch eine 0,0135 prozent., bei den Aecidiosporen durch eine 0,00135 prozent. Lösung

Ustilago carbo. Bei 0,00135% werden noch vereinzelte Keimschläuche getrieben, bei 0,0135% erfolgt keine Keimung mehr. Zusatz von Malzextrakt mildert die nachteilige Wirkung etwas.

Claviceps purpurea keimt in einer 0,00135 prozent. Lösung nicht aus.

Von Hitchcock und Carleton (Bull. 38. Versuchsstation Kansas) wurde nachgewiesen, daß die Uredosporen von Puccinia coronata und P. rubigo vera in einer Lösung von 1:10000 Ätzsublimat nicht zur Auskeimung gelangen. Eine 1:100000 Lösung vermag die Keimung der Sporen nicht zu verhindern (s. weiter oben die Versuche von Wüthrich). Ebensowenig vermochte Galloway (J. M. 7. 195—226) mit Quecksilberchlorid dem Rost der Getreidepflanzen entgegenzuarbeiten. Die Wirkung einer 24stündigen Beize von Winterweizen in einer 1‰-Lösung blieb zunächst unentschieden, insofern als sowohl die behandelten wie die gewöhnlichen Körner rostfreie Pflanzen ergaben. In einem anderen Falle stellte sich heraus, daß die Keimkraft der Samen gelitten hatte, der Grad der Rostigkeit nicht herabgedrückt worden war und sogar die Gesamternte hinter dem Durchschnitt weit zurückblieb. Es erbrachten

unbehandelte Samen eine Gesamternte von	$10\,^{6}/_{32}$ Einheiten	mit	$2\,^{1}/_{32}$ Körnern
behandelte „ „ „ „	$7^{19}/_{32}$ „	„	$1^{16}/_{32}$ „

Herzberg (Vergleichende Untersuchungen über landwirtsch. wichtige Flugbrandarten. Inaug.-Diss. Halle **1895**, S. 29) hat die Konzentration der eine Abtötung von Flugbrandsporen herbeiführenden Ätzsublimatlösungen unter Zugrundelegung einer 15stündigen Beizdauer wie folgt festgestellt:

	älteres Sporenmaterial Beizflüssigkeit 15—18°	frisches Material Beizflüssigkeit 23°
Ustilago jensenii	0,005—0,01 %	0,005—0,01 %
„ avenae	0,005—0,01 „	0,001—0,005 „
„ perennans	0,001—0,005 „	0,001—0,005 „
„ hordei	0,005—0,01 „	0,001—0,005 „
„ tritici	0,005—0,01 „	0,001—0,005 „

Hiernach besitzen Ustilago jensenii-Sporen die größte, U. perennans-Sporen die geringste Widerstandsfähigkeit gegen Ätzsublimatlösungen.

Von Clinton (Bull. 57. Illinois. **1900**. 289) ist eine 0,125—0,5 v. H. starke Ätzsublimatlösung auch als Mittel zur Entbrandung der Hafersaat versuchsweise angewandt worden, jedoch ohne befriedigenden Erfolg. Wenige Jahre darnach nahmen Hecke (Z. V. Ö. Bd. 5. **1902**. 22) und McAlpine (J. A. V. Bd. 1. **1902**. 425) das Verfahren wieder auf und hatten dabei günstige Ergebnisse. Erstgenannter erzielte mit 0,1 prozent. Lösung und 30 Minuten Beizdauer

bei Ustilago crameri auf Kolbenhirse (Setaria germanica) völlige Sporentötung ohne Schwächung der Keimfähigkeit und McAlpine gelang es den Stinkbrand im Weizen (Tilletia) mit 0,12prozent. starker Lösung und 3 Minuten Beizdauer ebenfalls vollkommen zu unterdrücken. Bei ihm trat allerdings eine Verminderung der Keimkraft — von 96 auf 71% — ein.

In jüngster Zeit hat Hiltner (Pr. Bl. Pfl. **1911**. 69. 117, **1912**. 29) eine 1‰-Sublimatlösung bei 15 Minuten Beizdauer zur Vermeidung des Fusarium-Befalles beim Roggen mit gutem Erfolge angewendet.

Erfolglos war Waite (J. M. 7. 264—268) mit einer 1‰-Ätzsublimatlösung gegen Flechten auf Birnbäumen. Das Laub der letzteren wurde nach dem Aufspritzen der Substanz gelb, die Flechten litten nur dort, wo die Flüssigkeit in dicken Tropfen auf ihnen haften blieb.

Nach Bolley (a. a. O.) tötet eine 1‰-Ätzsublimatbeize den Pilz des Kartoffelschorfes. Gefäße mit metallenen Wandungen dürfen nicht benutzt werden. Die oberflächlich von Schmutz befreiten Kartoffeln werden in die Beizflüssigkeit geschüttet und 90 Minuten darin belassen. Die gebeizten Kartoffeln können ohne weiteres ausgelegt werden. Zweckmäßig ist es, die präparierten Kartoffeln nach beendeter Beize ¼—½ Stunde lang in gewöhnliches Wasser zum Abspülen der anhaftenden Giftlösung einzutauchen. Auf keinen Fall dürfen die Kartoffeln verfüttert werden. Die Leute, welche die gebeizte Saat auslegen, müssen vor dem Essen die Hände gründlich abseifen.

Bolley erhielt (Bull. 9. Versuchsstation Nord-Dakota) mit seinem Verfahren folgende Ernte-Ergebnisse:

1.	ohne Behandlung	1% gesunde Kartoffeln
	½ Stunde 3‰-Ätzsublimatbeize .	99 „ „ „
	2 Stunden 3‰ „ .	99 „ „ „
2.	ohne Behandlung	4 „ „ „
	1½ Stunde 1‰-Ätzsublimatbeize .	98 „ „ „

Ähnlich günstige Beizerfolge hatte auch Garman (Bull. Nr. 91. Kentucky. **1901**. S. 56) zu verzeichnen, welcher bei 1stündigem Eintauchen in 0,1prozent. Lösung vollkommen schorffreie Kartoffeln gegen 5 bezw. 17.5% von unbehandelten Saatknollen erntete.

Ein ungenannter australischer Landwirt (J. A. V. **1911**. 136) erzielte gleichfalls günstige Ergebnisse mit der Schorfbeize (125 g : 100 l, 2 Stunden), nämlich nur 1% Schorf gegenüber 57% von den unbehandelten Kartoffeln.

Von anderer Seite ist darauf hingewiesen worden, daß das Verfahren von Bolley nur dort brauchbare Resultate zu verzeichnen hat, wo schorfiges aber gebeiztes Saatgut auf Land gebracht wird, das bis dahin schorfige Kartoffeln noch nicht oder nur in geringem Umfange hervorgebracht hat, daß das Verfahren im „schorfigen“ Land aber leicht versagt.

Die Schwarzbeinigkeit der Kartoffeln wird nach Morse (Bull. 174. Maine **1909**), welcher annimmt, daß Bakterien durch Wunden der Saatknolle in die Pflanze eindringen, bei 1½stündigem Eintauchen der Saatkartoffeln in 1‰-Ätzsublimatlösung vermindert.

Als Ersatzmittel für die auf dem Kupfervitriol aufgebauten Spritzmittel eignet sich das Ätzsublimat nicht, weil die hohe Giftigkeit des Mittels einer allgemeinen Verwendung im Wege steht. Vignon und Perraud (C. r. h. 128. **1899**. 330) haben nachgewiesen, daß Wein von bespritzten Rebstöcken Spuren von Quecksilberchlorid enthalten kann.

Der Preis des Ätzsublimates ist ein ziemlich hoher (Merck. Preisliste 1913, 1 kg = 6,60 M). Gleichwohl stellt es sich im Gebrauch nicht teuer, da gewöhnlich 1 : 1000-Lösungen für den gewünschten Zweck ausreichen.

B. Organische Stoffe.

Chloroform, $CHCl_3$.

Coquillett (I. L. 6. 176) unternahm den Versuch, verschiedene Arten von Schildläusen auf Zitronen- und Orangenbäumen durch Chloroformdämpfe zu vernichten, hatte dabei aber nur geringe Erfolge zu verzeichnen. Nach ihm benutzte Wheeler (Bull. 89. Süddakota **1904**) Chloroformdämpfe zur Entpilzung von steinbrandigem Weizen. Bei 10—60 Minuten langer Einwirkung des Gases wurde eine Verminderung des Brandbefalles nicht erzielt. Andererseits erlitt die Keimkraft des Weizens bereits bei 10 Minuten langer Einwirkungsdauer eine merkliche Einbuße.

Jodoform, CHJ_3.

Bei seinen Versuchen zur Auffindung eines Ersatzmittels für das arsensaure Blei stellte Lefroy (A. J. I. Bd. 5. **1910**. 140) fest, daß das Jodoform ein sehr heftiges Magengift für Insekten ist, daß es sich aber für den Feldgebrauch nicht eignet.

Formaldehyd, HCOH.

Die Verwertung des Formaldehyds für pflanzenpathologische Zwecke stützt sich auf Versuche von Geuther (Ber. Pharmaz. Ges. Bd. 5. **1895**), welche lehrten, daß eine 0,1 prozent. Lösung dieses Stoffes in Wasser bei zweistündiger Einwirkung die an Getreidesamen haftenden Sporen von Ustilago abtötet, und daß eine Schwächung der Keimkraft des Getreides erst nach der Behandlung mit einer 0,25 prozent. Lösung eintritt.

Das Formaldehyd ist ein stechend riechendes, die Schleimhäute angreifendes Gas, welches in Form einer wäßrigen, farblosen, mit Wasser und Alkohol leicht mischbaren Flüssigkeit von schwankendem Formaldehydgehalt in den Handel gebracht wird. Stark verdünnte Formaldehydflüssigkeit duftet nach Mäusekot. Für pflanzenpathologische Zwecke besitzen nur die Handelsmarken mit einer bestimmten gleichbleibenden Menge Formaldehyd einen Wert. Dieser Anforderung entsprach bisher ein als Formalin bezeichnetes Erzeugnis, indem dasselbe die gleichbleibende

Menge von 40 % Formaldehydgas enthält. In neuerer Zeit erscheint ein ebenfalls 40 % Gas enthaltendes Produkt unter der Bezeichnung Hiag. Neben dem Formaldehyd gibt es noch ein polymeres Formaldehyd — $(CH_2O)_3$ — das Paraformaldehyd (Trioxymethylen), ein weißliches, wasserlösliches, gewöhnlich in Täfelchenform gebrachtes Pulver, welches aber für pflanzentherapeutische Zwecke seines hohen Preises halber (Merck, Preisliste 1913. 1 kg = 5,30—7,00 M) bisher nur wenig Verwendung gefunden hat.

Sowohl das einfache wie das polymere Formaldehyd geben bei Berührung mit der Luft Gas ab, weshalb beide Erzeugnisse immer in gutverschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden müssen. In mehreren Fällen hat sich angebliche Wirkungslosigkeit der Formaldehydflüssigkeit auf einen Mindergehalt als Folge von nachträglicher Verflüchtigung des ursprünglich durchaus vollwertigen Formalins zurückführen lassen.

Der mittlere Preis für 1 kg 40 prozent. Formaldehydflüssigkeit (Formalin, Hiag) beträgt zurzeit 1 M (Merck, Preisliste 1913).

Verfälschungen in dem üblichen Sinne sind bisher nicht zur Kenntnis gekommen, wohl aber geschieht es häufig, daß mindergehaltige Erzeugnisse als 40prozent. verkauft werden. Ladd (Bull. Nr. 60. Nord-Dakota) stellte u. a. fest, daß das aus einer und derselben Quelle zu verschiedenen Zeiten bezogene Formalin anstatt 40 % nur 21,60—38,47 % Formaldehydgas enthielt. Schutz hiergegen gewährt nur der Bezug des Mittels in Kiloflaschen, welche den Verschluß der Erzeugungsstätte tragen.

Die Wirkungsweise des Formaldehydes gegenüber parasitären Pilzen beruht nach Grafe und Vieser (B. B. G. 27. **1909**. 431) auf deren Mangel an Chlorophyll. Viel Wahrscheinlichkeit hat es auch, daß die gerbenden Eigenschaften des Mittels, welche u. a. auch Anlaß zu seiner Verwendung bei der Härtung von Tierhäuten geworden sind, dabei eine Rolle spielen. Protoplasmatische Körper werden durch das Formaldehyd jedenfalls zum Gerinnen gebracht.

Verhalten gegen die Pflanze.

Lebende Pflanzen vertragen Formaldehydgas ziemlich gut, ältere Pflanzen besser wie jüngere, mit Kotyledonen versehene mehr wie solche ohne Keimlappen, in Gartenerde wachsende besser wie Pflanzen in Sandboden und vom Mai bis Dezember besser wie vom Dezember bis April. Grafe und Vieser (a. a. O.), welche diese Feststellungen machten, schreiben den hohen Grad von Widerständigkeit dem Chlorophyllgehalt zu. Tatsache ist, daß etiolierte Pflanzen schon durch schwache Formaldehydgasmengen beschädigt werden. Im Dunkeln gehaltene grüne Gewächse nehmen kein Formaldehydgas auf. An ihnen unterbleiben deshalb auch Beschädigungen.

Über das Verhalten von Formaldehydflüssigkeit gegenüber keimenden Samen hat Windisch (L. V. 49. **1897**. 223; 55. **1901**. 241) ausführliche Untersuchungen angestellt. 24stündiges Untertauchen der betreffenden Samen hat nachstehende Wirkung:

Formaldehydlösung

0,02 %	keinerlei Schaden bei Lupine, Erbse, Pferdebohne, Sojabohne, Mais; Schädigungen bei Sommerraps, Luzerne, Klee.
0,05 „	keine Schädigung bei Lupine, Pferdebohne, Sojabohne, Mais, Schädigungen bei Erbse, Raps, Luzerne, Klee, Lein.
0,10 „	Unbeschädigt: Pferdebohne, Mais; beschädigt: Lupine, Erbse, Sojabohne, Raps, Luzerne, Klee, Lein.
0,20 „	Unbeschädigt: Mais.
0,40 „	Für alle Samenarten ausgenommen Mais tödlich.

Die Schädigungsgrenze liegt somit für:

Sommerraps, Klee, Luzerne . .	bei 0,02 %	Formaldehyd,
Erbse, Lein	zwischen 0,02 und 0,05 %	„
Lupine, Sojabohne . . .	„ 0,05 „ 0,10 „	„
Pferdebohne	„ 0,10 „ 0,20 „	„
Mais	über 0,40 %	„

Sehr umfangreiche Versuche über das Verhalten der Keimkraft stellte auch David an (K woprossu o djäisstwii formaldehida usw. Dorpat, Diss. **1900**). Darnach betrug die Keimkraft bei:

Weizen

v. H. CH_2O

	Wasser	0,025	0,050	0,125	0,250	0,500
1 Stunde	96	95	94	85	75	48
12 Stunden	91	96	88	72	39	—
24 „	95	92	72	58	—	—

Mais (18—22°)

1 Stunde	99	99	99,5	99,5	99,5	—
12 Stunden	99	98,5	96	96	86,5	17,5
24 „	96,5	97,5	97,5	95,6	85,6	—

Hafer (16—23°)

1 Stunde	96	98	97,5	97	74	—
12 Stunden	82,5	87,5	86,5	71,5	5,5	—
24 „	89	86,5	80,0	63,5	—	—

Gerste (16—19°)

3 Stunden	88,5	91	99	98,5	92	—
12 „	95	95	96,5	93,5	73	—
24 „	90,5	94,2	96,0	89,8	55,8	—

Ob die Keimkraft von Samen durch die Behandlung mit Formaldehydflüssigkeit beeinträchtigt wird oder nicht, hängt aber nicht bloß von der Stärke und der Dauer der Einwirkung, sondern auch von der Sorte und von der Güte des Saatgutes ab. Minderwertiges Saatgut wird bei der üblichen Formalinbeize ausgeschieden.

Wenn ferner das Formalin, Hiag und ähnliche Erzeugnisse auch bei gehöriger Verdünnung Pflanzenbeschädigungen hervorrufen, so sind diese auf die Herstellungsweise dieser Mittel (katalytische Oxydation des durch trockene Destillation von Holz gewonnenen Methylalkohols) zurückzuführen, welche es mit sich bringt, daß neben 5—8 v. H. Methylalkohol auch noch brenzliche Stoffe in das Formalin usw. gelangen. Letztere sind besonders pflanzenschädlich. Chemisch reines Formaldehydgas wird durch Erhitzen von Paraformaldehyd gewonnen.

Das Formaldehyd hat bereits die verschiedenartigste Verwendung gefunden. Gegen Insekten als Abschreckungsmittel, gegen Pilze als flüssiges oder gasiges Beizmittel, als Spritzmittel und als Bodensäuberungsmittel.

Als Insektizid.

Forbes (Bull. 130. Vers. Illinois **1908**) untersuchte, inwieweit das Formaldehyd sich als Abschreckungsmittel gegen die Besiedelung der Maiswurzeln mit Aphis maydi-radicis eignet und fand, daß 5—30 Minuten langes Verweilen der Maissamen in einer 4prozent. Formalinlösung ohne Nachteil für die letzteren blieb und die Zahl der von Laus ergriffenen Pflanzenstellen um 49 % verminderte. Dagegen beobachtete Lüstner (Ber. G. **1904**. 248), daß das Mittel keine abschreckende Wirkung auf Conchylis ausübt. Bockkäferlarven empfiehlt Eberhardt (C. r. h. 144. **1907**. 95) durch Einspritzen des nachstehenden Gemisches in die Bohrgänge zu vernichten: Formaldehyd 18 Teile, Glycerin 6 Teile, Wasser 76 Teile.

Als Fungizid.

Weit häufiger wird das Formaldehyd als Pilztötungsmittel in Benutzung genommen.

1. Als Beizflüssigkeit.

Das Formaldehydgas bildet in der Gestalt von Formalin oder Hiagflüssigkeit ein sehr geeignetes Mittel zur Befreiung der Sämereien und sonstigen ruhenden Pflanzenteile von den ihnen anhaftenden Fortpflanzungsorganen parasitärer Pilze. Die Vorzüge der Formaldehydbeize gegenüber der Kupfervitriolbeize sind:

a) Der Samen nimmt weit geringere Mengen Wasser auf und trocknet deshalb rascher zurück.
b) Die Handhabung des Verfahrens ist eine sehr bequeme, da einfaches Eingießen des Mittels in Wasser genügt, um die gebrauchsfertige Beize herzustellen.
c) Das gebeizte Saatgut kann ganz unbedenklich an das Vieh verfüttert oder auch zur Herstellung menschlicher Nahrungsmittel benutzt werden.
d) Die Kosten des Verfahrens sind etwas geringer.

Die Ausführung der Beize kann erfolgen durch Benetzung auf dem Haufen oder durch Eintauchen der Saat in die Flüssigkeit. Ziel der Beize ist einmal eine vollkommene Benetzung der gesamten Oberfläche des Saatkornes mit Formaldehydflüssigkeit und sodann die Vernichtung der anhaftenden Sporen durch das freiwerdende Formaldehydgas. Die Benetzung auf dem Haufen wird durch Besprengen der Saatmasse mit dem Beizmittel aus einer Gießkanne und gleichzeitiges Durcheinanderschaufeln oder aber unter Zuhilfenahme einer be-

sonderen Befeuchtungsmaschine vorgenommen. Die nebenstehende Abbildung zeigt ein derartiges Gerät. Bei der Beize auf dem Haufen sind für 50 kg Getreidesaatgut etwa 15 l Formaldehydflüssigkeit erforderlich. Durchaus sicher erfolgt die Benetzung beim Eintauchen des Saatgutes in die Formaldehydflüssigkeit. In diesem Falle ist die Beize am besten in einem hölzernen Bottiche vorzunehmen. Für je 150 kg Getreide wird derselbe mit 100—120 l Beizmittel beschickt. Das Saatgut wird in die Flüssigkeit hineingeschüttet, solange mit einem Holzstecken durcheinander gerührt, bis keine Luftblasen mehr aufsteigen und alsdann die vorgeschriebene Zeit hindurch sich selbst überlassen. Das Beizwasser muß etwa noch eine Hand hoch über dem Saatgute stehen. Empfehlenswert ist es, noch 2—3 mal im Laufe der Beizdauer die Samen durcheinander zu rühren. Anstatt das Saatgut lose einzuschütten, kann man es auch im gesackten Zustande, dann aber so, daß der Sack nur zur Hälfte gefüllt ist, in die Beizflüssigkeit bringen und durch Auf- und Abbewegen des Sackes die Luft von der Oberfläche der Samenkörner vertreiben. Sicherer erfolgt die vollkommene Benetzung jedenfalls beim Einwerfen des Saatgutes in loser Form. Die Beizdauer ist je nach der Art des Getreides usw. etwas verschieden.

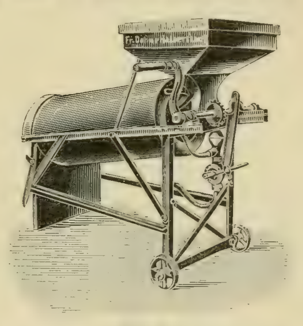


Abb. 10.
Maschine von Fr. Dehne-Halberstadt zum Benetzen der Getreidesaat mit Formaldehydlösung.

Eine vollbefriedigende Wirkung ist von der Beize nur dann zu erwarten, wenn auch das zweite Beizziel: die nötige Einwirkung des freiwerdenden Formaldehydgases auf die der Samenoberfläche anhängenden Sporen im ganzen Umfange erreicht wird. Um diesen Erfolg zu sichern, macht sich eine Nachbehandlung unbedingt erforderlich. Sie ist auch so einfach, daß sie niemals unterbleiben sollte und besteht in dem Nachschwitzenlassen des aus der Beizflüssigkeit herausgenommenen, auf den Haufen gebrachten und mit einer gutabschließenden Plane überdeckten Saatgutes. Die Plane muß sporenfrei sein. In der Regel hat dieses Nachschwitzen 6—8 Stunden lang zu währen. Auf dem Haufen gebeizte Saat pflegt am Ende dieser Nachbehandlung streufertig trocken zu sein. Durch Eintauchen gebeiztes Saatgut muß unter Umständen zum Zwecke des völligen Abtrocknens breitgezogen oder durch den Trockenapparat geschickt werden. Vom Eintauchen ist der beste Erfolg zu erwarten. So erhielt beispielsweise Mortensen (Forelöbig Meddelelse om Forsög anstillade af de samvirkende Landboforeningers plantepatologiske Forsögsvirksomhed **1910**?) bei der Beize mit 0,10 % Formaldehyd

bei 2stündigem Eintauchen	74 % Keimkraft,	0,1 % Brand
auf Haufen, 14 Stunden bedeckt nach Beize .	71 „ „	0,3 „ „
„ „ unbedeckt	72 „ „	2,3 „ „

Während der Formalinbeize darf die Temperatur der Umgebung nicht zu niedrig sein, weil andernfalls die Beizwirkung geschwächt wird. Jordi (Jahresber. Landw. Schule Rütti **1907/08**) berichtet von einem Fall, in welchem die Formalinbeize ohne den üblichen guten Erfolg blieb und sucht dieses Ergebnis u. a. damit zu erklären, daß bei Temperaturen unter 10° die Formalinbeize an Wirksamkeit verliert. Offenbar findet nur bei höherer Temperatur die für einen vollen Erfolg erforderliche Entbindung von Formaldehydgas statt.

Von Stuart (Bull. 87. Indiana **1901**) ist untersucht worden, ob etwa durch Anwärmung der Beizflüssigkeit eine bessere Wirkung erzielt werden kann. Er mußte die Wahrnehmung machen, daß mehr noch wie die (auf 37,5°) erhöhte Temperatur der Stärkegrad der Formaldehydflüssigkeit von Einfluß auf den Entbrandungserfolg ist.

Erzielt wurden bei

	Formalin	Haferbrand
gewöhnlicher Temperatur . . .	250 g : 100 l . .	0,8 %
37,5°	125 „ : 100 „ . .	1,1 „
37,5°	66,5 „ : 100 „ . .	6,0 „
unbehandelt	— . .	12,3 „

Der gewünschte Beizerfolg tritt im übrigen auch nur dann ein, wenn die Stärke der Formaldehydflüssigkeit genau der jeweiligen Vorschrift entspricht. Durch eine verlängerte Beizdauer kann der geringere Gehalt des Beizmittels nicht ausgeglichen werden, wie Moore (Bull. 91. Wisconsin. **1902**) zeigte

Formalin	Wasser	Beizdauer	Haferbrand
1 Teil :	400 Teilen	20 Min.	0,0 %
1 „ :	800 „	40 „	4,3 „
1 „ :	1600 „	60 „	20 „

Wenngleich die Samen sich gegen das Formaldehyd unempfindlicher erweisen als die Pilzsporen, so bleibt es doch ratsam, weder die für den Einzelfall geforderte Stärke der Beizflüssigkeit noch auch die Länge der Beizdauer wesentlich zu überschreiten. Durch das Ergebnis eines von Stuart (Bull. 87. Indiania **1901**) ausgeführten Versuches wird diese Forderung begründet. Der Genannte erhielt bei brandigem Hafersaatgut

Formalin			Keimkraft	Brand	Körnereinheiten
0,20 %,	eingetaucht	½ Stunde . .	94,0 %	0,0 %	61,8
0,20 „	„	1 „ . .	88,0 „	0,0 „	57,6
0,20 „	„	2 Stunden .	78,5 „	0,0 „	56,5
0,40 „	„	½ „ . .	93,0 „	0,0 „	50,3
0,40 „	„	1 „ . .	89,0 „	0,0 „	54,4
0,40 „	„	2 „ . .	52,5 „	0,0 „	41,9

Hier und da werden ungewöhnlich kurze Beizdauern z. B. solche von 5 Minuten empfohlen. Demgegenüber muß aber doch das Bedenken erhoben werden, ob in derartig kurzer Zeit eine für den Beizerfolg ausreichende Durchtränkung der Samenschale mit Flüssigkeit stattfinden kann. Im allgemeinen erscheint eine Beizdauer von 20—30 Minuten erforderlich.

Schließlich sei nochmals darauf hingewiesen, daß die Keimkraft auch je nach der inneren Beschaffenheit des Saatgutes mehr oder weniger unter der Formaldehydbeize leidet. Bei 3—4 Jahre alter Saat ist mit Sicherheit auf eine starke Verringerung der Keimkraft, selbst wenn die gegebenen Vorschriften streng innegehalten werden, zu rechnen. Bis zu einem gewissen Grade scheidet also die Formaldehydbeize minderwertiges Saatgut aus.

Bei der Wahl der Beizenstärke und — Tauchbeize vorausgesetzt — der Wirkungsdauer muß deshalb nicht nur auf die geringere oder stärkere Empfindlichkeit der Sporen sondern auch auf die der Samen Rücksicht genommen werden. Am empfindlichsten unter den Getreidearten ist der Hafer.

Spongospora subterranea.

Der Spongosporaschorf der Kartoffeln wird nach Pethybridge (Journ. Departm. Agr. Ireland. Bd. 10. **1910**. 241) durch eine 2—3stündige Beize in Formalinflüssigkeit vermindert.

Tilletia caries, T. levis, Stein-, Stink-, Schmierbrand des Weizens.

Starkbrandiges Saatgut wird zweckmäßigerweise vor Einbringung in die Formaldehydbeize in gewöhnlichem Wasser gewaschen, und dabei von unzerschlagenen Brandkörpern mechanisch befreit. Stärke der Beizflüssigkeit 1,33 % Formaldehyd entsprechend 1 kg Formalin oder Hiag auf je 300 l Wasser. Beizdauer 20 bis 30 Minuten bei Weizen, 2 Stunden bei Spelz. Mindesters 8 Stunden Nachschwitzen.

Mortensen (a. a. O.) erzielte hiermit bessere Ergebnisse als mit Heißwasser-, Kupfervitriol- und Cerespulverbeize. 0,1 % Formaldehydflüssigkeit, auf dem Haufen verwendet, mit 14stündigem Nachschwitzen setzte die Brandigkeit von 77,9 % auf 0,3 % und 2stündiges Eintauchen in 0,1 % Formaldehyd auf 0,1 % herab.

Ustilago avenae, Haferbrand.

Im allgemeinen ist bei den Ustilago-Branden eine voraufgehende Wäsche nicht erforderlich. Nur wenn sehr starke Verbrandung vorliegt, würde mechanisches Abschwämmen der Brandsporen vor der Beize angezeigt erscheinen. Stärke der Beizflüssigkeit 0,1 % Aldehyd entsprechend 1 kg Formalin oder Hiag auf je 400 l Wasser. Beizdauer 15—20 Minuten. Mindestens 8stündiges Nachschwitzen.

Shamel (Bull. 64. Vers. Illinois **1901**) erreichte vollkommene Entbrandung bei 4 verschiedenen Hafersorten mit einer Beize aus 1 l Formalin auf 200 l Wasser (= 0,2 % CH_2O) und 10 Minuten Beizdauer und erhielt zugleich höhere Erträge als bei der Heißwasserbehandlung.

Ustilago hordei, gedeckter Brand, Hartbrand der Gerste.

Stärke der Beizflüssigkeit 1,3 % Formaldehyd, entsprechend 1 kg Formalin oder Hiag auf 300 l Wasser. Beizdauer 20—30 Minuten. Mindestens 8stündiges Nachschwitzen.

Für Wintergerste stellte Heald (21. Jahresber. Vers. Nebraska. **1908**. 45) fest, daß eine 10 Minuten lange Beize von Formalin 1 : 25 den Grad der Brandig-

keit von 30,6 % auf 0,50 %, den der Keimfähigkeit von 97 % auf 87 % herabsetzte. Mit Hilfe eines etwas umständlichen und deshalb nicht empfehlenswerten Verfahrens nämlich: 4stündiges Anquellen in Wasser, 8stündiges Nachquellen an der Luft, 10 Minuten Formalin 1:288 erzielte er mit der nämlichen Gerste 0,93 % Brand und 93,5 % Keimfähigkeit.

Ustilago crameri, Kolbenhirsebrand.

An Hirsebrandsporen, welche von Setaria germanica stammten, stellte Hecke (Z. V. Ö. **1902**. S. 22) fest, daß eine 0,25prozent. Formalinlösung (0,1 % Formaldehyd) bei 6stündiger Beizdauer ohne Beeinträchtigung der Keimkraft des Saatgutes die anhaftenden Brandsporen vollkommen vernichtet. Wurde die Beizdauer nur auf 2 1/4 Stunden bemessen, so blieben sehr vereinzelte Sporen noch keimfähig. Weiter ermittelte er, daß vollkommene Sporentötung bei Ustilago crameri erfolgt durch

1 % Formalinlösung und 15 Minuten Beizdauer,
0,5 „ „ „ 3 Stunden „

Für praktische Bedürfnisse als hinlänglich brandfrei bezeichnet er die 15 Minuten in 0,5 % oder die 60 Minuten in 0,25 % Formalinlösung gebeizten Samen. Die Beize ist mit Keimverzögerung verbunden, weshalb Hecke untersuchte, ob etwa hierin eine Besserung durch Abspülen der gebeizten Samen mit Wasser zu erzielen ist. Eine solche tritt tatsächlich ein. Es ist dann aber nötig, die Beize von Haus aus mit stärkeren Lösungen auszuführen und zwar nach einem der folgenden Verfahren:

1 % Formalinlösung . . . . 15 Minuten,
0,5 „ „ . . . . 1 Stunde,
0,25 „ „ . . . . 3 Stunden.

Ustilago panici miliacei verhält sich nach Hecke ganz wie U. crameri. Jatschewski (Flugblatt Nr. 16. Büro für Mykologie u. Pflanzenpathologie Petersburg) schreibt vor: Beize auf dem Haufen, 1 kg Formalin auf 300 l Wasser, 1—2 Stunden Nachschwitzen unter Leinwandplane.

Urocystis occulta, Roggenstengelbrand.

Stärke der Beizflüssigkeit 1,33 % Formaldehyd, entsprechend 1 kg Formalin oder Hiag auf je 300 l Wasser. Beizdauer 20—30 Minuten. Mindestens 8stündiges Nachschwitzen.

Bei einem Freilandversuche fand Mortensen (a. a. O.) die Formalinbeize der Warmwasserbehandlung ebenbürtig. Er erzielte:

Unbehandelt . . . 12,6 v. H. Stengelbrand 19,9 Körnereinheiten,
Formalinbehandlung . 0,7 „ „ 22,6 „

Cintractia sorghi vulgaris (Tul.) Clinton, Sorghumbrand.

Die Besprengung der Samen Sorghum vulgare mit 0,25 v. H. Formalinlösung blieb bei Clinton (Bull. 57. Illinois **1900**. 289) ohne jegliche Wirkung. Etwas besser, aber auch nicht vollständig wirkte sie bei Zuckerhirse.

Helminthosporium gramineum, Pilz der Streifenkrankheit.

Nach Mortensen (a. a. O.) ist die Formaldehydbeize auch gegen die Streifenkrankheit der Gerste von gutem Erfolge. Er erhielt:

	Streifenkrankheit
Unbehandelt	10,9 v. H.
0,25 v. H. Formalin (= 0,1 v. H. CH_2O) 4 Stunden eintauchen	2,4 „
0,25 „ „ „ 8 „ „	0,9 „
0,25 „ „ „ 12 „ „	0,5 „
0,25 „ „ „ 20 „ „	0,0 „

Vergleichsweise lieferte Warmwasser 56—57°, ohne Vorquellung, 1,2 v. H. Krankheit. Ein Ungenannter (J. B. A. Bd. 14. **1908**. 670) erzielte gleichfalls Verminderunng des Helminthosporium-Befalles mit 1 Teil Formalin : 160 Teilen Wasser (0,25 v. H. CH_2O) und zugleich ein um 25 v. H. höheres Ernteergebnis. Demgegenüber berichtet Schander (M. Br. Bd. 2. **1910**), daß er mit der 0,1 v. H. Formaldehydbeize ein völliges Fernbleiben des Pilzes von seiner Versuchsgerste nicht zu erreichen vermochte. Das Versagen der Beizen beruht zum Teil auf der durch die Witterungsumstände sehr begünstigten nachträglichen Neuinfektion.

Fusarium lini.

Die Besprengung der Leinsamen mit 1 : 200 Formalinflüssigkeit wurde von Bolley (Bull. 50. Vers. Norddakota. **1902**. 27) empfohlen.

Kartoffelschorf.

Verschiedene Forscher haben sich des Formaldehyds auch zur Verhütung des Kartoffelschorfes in der Weise bedient, daß sie die Saatknollen einer Beize unterwarfen. Bei der Unsicherheit, welche gegenwärtig noch hinsichtlich der Ursachen dieser Krankheit besteht, und mit Rücksicht auch darauf, daß wohl verschiedenartige Anlässe für das Auftreten von Schorf in Frage kommen, darf es nicht Wunder nehmen, wenn die Ergebnisse bald günstig, bald ungünstig ausgefallen sind. Seymour (J. A. V. Bd. 8. **1910**. 360) berichtet, daß die in einer 0,25 v. H. Formalinlösung gebeizten schorfigen Saatknollen glattschalige Kartoffeln lieferten. Auch Holmes (J. A. V. Bd. 8. **1910**. 570) gelang es durch 2stündiges Einlegen der Saat in eine 0,4 v. H. Formalinlösung eine Verminderung des Schorfes zu erzielen, in einem Falle von 54,3 auf 26 v. H., in einem anderen von 43,3 auf 19,8 v. H. Garman (Bull. 91. Vers. Kentucky **1901**. 56) erhielt bei einer Beize mit 3,3 l Formalin auf 100 l Wasser und einstündiger Beizdauer gänzlich schorffreie Kartoffeln gegenüber 12,5 v. H. schorfigen von den unbehandelten Knollen. Von günstigen Erfolgen berichtet auch Wilcox (Bull. 22. Vers. Montana) sowie Jones (Bull. 85. Vers. Vermont **1901**). Letztgenannter hatte allerdings auch Mißerfolge zu verzeichnen, ähnlich wie Güssow (Ber. Experim. Farms. Canada **1911**. 237), welcher mit 400 g Formalin : 100 l Wasser und 3stündiger Beize den Schorf nur von 54,8 auf 38,4 v. H. zu mindern vermochte. Ein sicher wirkendes Mittel gegen den Kartoffelschorf ist die Formaldehydbeize jedenfalls nicht.

Kräuselkrankheit der Kartoffel.

Ohne Erfolg blieb bei Versuchen von Spieckermann (Jb. a. Bot. 7. **1910**) das Beizen der Kartoffelknollen in 0,5 v. H. Formaldehydlösung zur Verhütung der Kräuselkrankheit.

2. Die Verwendung des Formaldehydes in der Gasform.

Zuweilen wirkt der Wassergehalt des Formalins und der Hiagflüssigkeit störend. Dieser Fall tritt namentlich dann ein, wenn die Erzielung eines vollen Erfolges, wie beispielsweise bei den Saatbeizungen, langfristige Behandlungen erfordert. Es ist deshalb mehrfach versucht worden, das trockene Formaldehydgas zur Vernichtung von pflanzenpathogenen Lebewesen heranzuziehen. Eine solche gelingt auch. Chlamydosporen von Fusarium dianthi werden nach Delacroix (C. r. h. 131. **1900**. 961) innerhalb 1 Stunde durch das Formaldehydgas getötet und Coupin (C. r. h. 147. **1908**. 80) berichtet, daß letzteres bei Rhizopus die Sporen- und Sporangienbildung verhinderte. Durch eine Temperatursteigerung des Gases bis auf 75° kann, wie Wheeler (a. a. O.) ermittelte, die Wirkung noch vermehrt werden.

Etwas roh ausgeführte Versuche von David (k woprossy usw. Diss. Dorpat. **1900**) ließen das Formaldehyd in der Gasform als nicht geeignet zur Entbrandung von Getreidesamen erscheinen. Er führt den erzielten Mißerfolg darauf zurück, daß die Formaldehyddämpfe nur in sehr schwachem Maße die Fähigkeit zum Eindringen in die Samenmasse besitzen.

Nach ihm stellte Wheeler (a. a. O.) umfangreiche Versuche zur Nutzbarmachung der Formaldehyddämpfe als Entbrandungsmittel für steinbrandigen Weizen an. Er erhielt bei Zimmertemperatur

Beizdauer	a)	b)	
15 Minuten	0,7 %	0,00 %	Brandähren
30 „	0,29 „	0,19 „	„
45 „	0,19 „	0,00 „	„
60 „	0,00 „	0,00 „	„
90 „	0,08 „	0,00 „	„
120 „	0,04 „	0,18 „	„
gegenüber unbehandelt .	0,96 „	1,35 „	„

Schädigungen der Keimkraft stellten sich ein, wenn die Gaswirkungen länger als 1 Stunde dauerten.

Jones und Morse (17. Jahresb. Vermont **1903/04**. 386. — 18. Jahresb. 272. — Bull. 141. Maine **1907**) haben Versuche zur Verhütung des Kartoffelschorfes durch Knollenbehandlung mit Formaldehydgas unternommen. Das Verfahren der Genannten erfordert einen gasdichten Raum und für je 100 cbm 5 l Formalin sowie 2,5 kg Kaliumpermanganat. Letzteres ist gleichmäßig auf den Boden einer Pfanne zu verteilen und mit dem Formalin zu übergießen. Binnen etwa 5 Minuten werden 80—85% des vorhandenen Formaldehydgases entbunden, so daß die Wirkung des letzteren sehr bald einsetzt. Bei Saatkartoffeln hat sich eine erhebliche Schädigung nicht wahrnehmen lassen, sofern Sorge dafür getragen wurde, daß die Knollen nicht über das zur Gasentwicklung verwendete Gefäß gebreitet wurden. Die Beize muß vor dem Austreiben der Knollen ausgeführt werden. Niedere Temperaturen mindern die Beizwirkung. Es empfiehlt sich deshalb, den Beizraum auf 15,5—18° C. zu halten. Auch muß die Luft des Beizraumes möglichst feucht sein.

Die auf diesem Wege erzielten Erfolge waren:

glatte Saatknollen	unbehandelt	32 %	Schorfkartoffeln,
schorfige „	„	63 „	„
glatte „	Formalinlösung	4 „	„
schorfige „	„	15 „	„
glatte „	Formaldehydgas	1 „	„
schorfige „	„	3 „	„

Obwohl das Gas etwas besser gewirkt hat als die Flüssigkeit, bleibt es doch fraglich, ob die Gasbeize bei Saatkartoffeln empfehlenswert ist, zumal da sich ja an der Saatknolle bei stärkerer Wasseraufnahme nicht die gleichen unerwünschten Nachwirkungen äußern wie bei der Getreidesaat.

In jüngster Zeit hat Patterson (Bull. 171. B. Pl. **1910**) das Formaldehydgas als Mittel zum Schutze der Ananasfrüchte gegen den Befall mit Thielaviopsis paradoxa benutzt. Das Verfahren erfordert mindestens 30 Minuten Beizdauer, das Gas aus 50 ccm Formalin für 1 cbm Beizraum, eine geringe Luftfeuchtigkeit und eine Temperatur von 18—27° C. Zum Zwecke der Formaldehydgasgewinnung sind auf je 100 ccm Formalin 50 g Kaliumpermanganat zuzusetzen.

Zu einer durchgreifenden Verwendung des Formaldehydgases für pflanzentherapeutische Zwecke ist es bisher nicht gekommen, hauptsächlich zunächst wohl deshalb, weil die Beschaffung gasdichter Räume sowie die Herstellung des Formaldehydgases Umständlichkeiten bereitet, welche bei der Verwendung von Formaldehydflüssigkeit nicht in Frage kommen.

3. Das Formaldehyd als Spritzmittel.

Close (Bull. 133. Geneva, N.-Y. **1897**. — Bull. 161) und nach ihm Selby (Bull. 123. Versuchsst. Ohio **1901**. 94) haben das Formalin auch als Spritzmittel nutzbar zu machen versucht. Erstgenannter bekämpfte damit den amerikanischen Stachelbeermehltau (Sphaerotheca mors uvae). Lösungen von 200, 375 und 500 g Formalin in 100 l Wasser riefen hierbei keinerlei Beschädigungen des Laubes hervor. Im übrigen vermochten selbst 7 Bespritzungen den Pilz nicht vollkommen fernzuhalten, denn die Menge der kranken Früchte betrug:

	1897	1898	1899
Unbehandelt	57,7 v. H.	80,8 v. H.	22,6 v. H.
200 g Formalin : 100 l Wasser	52,6 „	95,1 „	16,1 „
375 „ „ : 100 l „	59.1 „	84,0 „	15,0 „
500 „ „ : 100 l „	48,8 „	59,9 „	8,9 „

Ebensowenig vermochte Selby Laestadia bidwellii durch 8 Bespritzungen mit 600 g Formalin auf 100 l Wasser von den Weinstöcken fernzuhalten. Somit kann die Verwendung der Formaldehydflüssigkeit als Spritzmittel gegen Pilze auf Freilandpflanzen wohl nicht weiter in Frage kommen.

4. Das Formaldehyd als Mittel zur Bodenentseuchung.

Durch die im Erdboden enthaltenen tierischen und pflanzlichen Organismen werden erfahrungsgemäß viele Pflanzenerkrankungen, vornehmlich auch in den

ersten Wachstumsanfängen, hervorgerufen. Das Formaldehyd hat sich als ein recht brauchbares Mittel zur Beseitigung dieser Übelstände erwiesen. Üblicherweise erfolgt die Verwendung in Form eines Aufgusses. Die Durchtränkung des Erdreiches kann aber auch unter Zuhilfenahme eines Spritzpfahles erfolgen. Wesentliche Vorteile weist das letztere Verfahren aber nicht auf, im Gegenteil, es erhöht die Arbeitskosten unnötig.

Die Urteile über den Nutzen der Bodendurchtränkung mit Formaldehydflüssigkeit sind allerdings nicht ganz einhellig. Halsted (Neu-Jersey 18. Jahresb. Versuchsst. **1898**. 296, 20. Jahresb. **1900**. 326) vermochte wiederholt keine Erfolge gegen den Kartoffelschorf zu erzielen, ein Ergebnis, welches aber im Hinblick auf die geringen Kenntnisse über die wahren Ursachen dieser Krankheit nicht allzusehr gegen das Formaldehyd in das Gewicht fällt. Nach Stone und Smith (Bull. 69. Versuchsst. Massachusetts) erwies sich das Mittel als wirkungslos gegenüber der von Botrytis, Sclerotinia und Rhizoctonia begleiteten Fallsucht des Kopfsalates (Lactuca) in Warmhäusern. Auf der anderen Seite überwiegen aber die günstigen Erfahrungen, wobei freilich zu berücksichtigen bleibt, daß die Bodendurchtränkung bisher nur auf kleinen Flächen wie Warmbeeten in Treibhäusern, Saatbeeten, Pflanzschulen usw. zur Anwendung gelangt ist. Für Nelkentreibbeete stellte Delacroix (C. r. h. 131. **1900**. 961) fest, daß das zweimalige Aufgießen von 10—12 l 0,33 v. H. Formalinlösung auf 1 qm das Auftreten von Fusarium dianthi, eine 0,1 v. H. Formalinlösung die Auskeimung der Sporen verhindert. Sehr gute Erfolge wurden gegen den Befall der Tabakspflänzchen in Saatbeeten durch Thielavia basicola von Clinton (Jahresb. Connecticut **1906**. 342) mit 25 l einer 1 v. H. Formalinlösung auf 1 qm erzielt. Stone (Circ. 21. Versuchsst. Massachusetts **1909**) verhütete das Auftreten von Brand an den Zwiebeln durch Eindrillen von 400 g Formalin zu 100 l Wasser mit den Samen. Für eine 360 m lange Drillreihe waren 4 l Flüssigkeit erforderlich. Das gleiche Verfahren ist von Clinton (Jahresb. Connecticut **1906**. 232) zur Bekämpfung einer in Amerika als „brittle“ bekannten Zwiebelkrankheit ausgeführt worden mit dem Erfolge, daß durch Beigabe von 4900 l Formalin 1 : 240 auf 1 ha geerntet wurden:

behandelt	250	Bushel Zwiebeln auf	0,4 ha
unbehandelt	121	„ „ „	0,4 „

Eine wesentliche Verbesserung in den Wurzelbrandverhältnissen von Kiefernsämlingen erzielte Jones (20. Jahresb. Versuchsst. Vermont **1906/07**. 342) durch Behandlung des Bodens mit Formalin. Allerdings wurde die Keimung etwas beeinträchtigt, das Gesamtergebnis war dessenungeachtet ein zufriedenstellendes, nämlich auf gleicher Fläche

	gekeimt	endgültiger Bestand
Unbehandelt . . .	2300 Pflänzchen	320 Pflänzchen
0,5 Formalin . . .	2400 „	2190 „
1 v. H. Formalin . .	1700 „	1570 „

Gegen Plasmopara cubensis hat Kornauth die Bodenbeize — einen Aufguß von 2 l Formalin : 100 l Wasser — mit Erfolg angewendet.

Aus den bis jetzt vorliegenden Angaben läßt sich der Schluß ziehen, daß das Formaldehyd als Bodenentseuchungsmittel namentlich gegenüber den Erregern von Wurzelkrankheiten brauchbare Dienste leistet. Im besonderen empfiehlt es sich für Gewächshäuser, welche nicht mit Einrichtungen zur künstlichen Erwärmung des Bodens versehen sind.

Zusammengesetzte Formaldehydbrühen.

In Frankreich wird unter der Bezeichnung Bouillie Unique Usage eine aus „bisulfite cuvreux" und Formaldehyd zusammengemischte Brühe in den Handel gebracht, welche Plasmopara viticola, Oidium tuckeri sowie Laestadia bidwellii, außerdem aber infolge des Formolgehaltes auch Insekten wie Pyralis, Conchylis, Eudemis usw. am Weinstock vernichten soll. Bretschneider (Z. V. Ö. Bd. 13. **1910**. 135) vermochte mit dem Mittel keinerlei Erfolge gegen Plasmopara zu erzielen.

Essigsäure, $CH_3 . COOH$.

Plinius teilt in seiner Naturgeschichte (Bd. 18. Kap. 73) mit, daß die Linse vor Ungeziefer dadurch geschützt werden kann, daß man sie mit Essig besprengt und nach dem Trocknen mit Öl tränkt.

Das Verhalten der Essigsäure gegen die Fortpflanzungsorgane einiger parasitärer Pilze hat Wüthrich (Z. f. Pfl. **1892**. 16. 81) geprüft.

Phytophthora infestans. Die Konidien liefern in 0,006 v. H. zahlreiche normal gekeimte Schwärmsporen, in 0,06 v. H. Lösung hört jede Lebenstätigkeit auf. Die Zoosporen stellen in einer 0,0063 v. H. Lösung jede Bewegung ein. Auskeimung derselben unterbleibt vollkommen.

Plasmopara viticola. In 0,0063 v. H. Lösung lassen die Konidien bereits eine gewisse nachteilige Beeinflussung erkennen. Schwärmerbildung sowie direkte Auskeimung unterbleiben in 0,0063 v. H.

Ustilago carbo. In 0,0063 v. H. erfolgt Keimung der Sporen, wohingegen dieselben in 0,063 v. H. unterbleibt.

Puccinia graminis. Die Uredosporen keimen in 0,0063 v. H. nur noch in geringem Umfange, bei 0,063 v. H. unterbleibt die Keimung.

In Übereinstimmung mit der letztangeführten Beobachtung fanden Hitchcock und Carleton (Bull. 38. Versuchsstation Kansas), daß eine 0,1 v. H. Essigsäure die Keimung der Uredosporen von Puccinia coronata verhindert.

Mit 50 v. H. Essigsäure hat Müller-Thurgau (Jb. O. u. W. **1895**. 61) den Gummifluß bei Steinobst, sofern er nicht durch verfehlten Standort, ungeeigneten Düngerzustand des Bodens oder gelegentliche Verwundungen verschuldet wird, gemildert bezw. ganz ferngehalten. Bei seinem Verfahren werden nach Entfernung der abgestorbenen Rinde und der nötigenfalls auf künstlichem Wege erweichten Gummimassen, die Wunden glatt geschnitten und durch einen mit der Essigsäure getränkten, fest auf die letztere aufzubindenden Lappen geschlossen. Das Befeuchten des Lappens mit der Säure ist zu wiederholen.

Acetylen, C_2H_2.

Schon im Jahre 1896 haben Schribaux und Chuard (J. a. pr. **1896**. 1. 755) den Vorschlag gemacht, das Acetylen zur Vertilgung von Schädigern des Ackerbodens zu verwerten. Sie empfehlen Calciumcarbid in geeigneter Weise der Ackerkrume beizumischen, wonach sich unter dem Einfluß der Bodenfeuchtigkeit das Acetylengas entwickelt. Bei den von mir (D. L. Pr. **1900**. 1041) angestellten Freilandversuchen vermochten 50 kg Calciumcarbid, gleichmäßig in der Bodenkrume einer 75 qm großen Fläche verteilt, die darin befindlichen Rebläuse nicht abzutöten. Ähnliche Beobachtungen hat Zschokke (Jahresber. Pfälz. Obst- u. Weinbauschule Neustadt a. Haardt **1900**. 39) gemacht. Ebenso hat das Gas gegen oberirdische Insekten versagt. Zschokke (a. a. O.) berichtet, daß Blutläuse (Schizoneura) bei 10, 20 und 30 Minuten langem Verweilen in Acetylengas leben blieben, während die 10 Minuten lange Einwirkung von Schwefelkohlenstoff hinreichte, um die Tiere gänzlich zu töten oder doch in den Zustand der Unbeweglichkeit überzuführen. Schließlich ist noch zu berichten, daß nach Britton (Jahresber. Connecticut **1907/08**. 796) zur Vertilgung von San Joseschildläusen (Aspidiotus perniciosus) das Acetylengas sich gleichfalls nicht eignet, denn selbst bei der hohen Menge von 3840 g Acetylen auf 284 l Raum und einstündiger Wirkungsdauer blieben noch 16,8 v. H. der behandelten Läuse am Leben.

Schwefeläther, $C_2H_5 . O . C_2H_5$.

Obwohl von R. Goethe der Schwefeläther zur Blutlausbekämpfung empfohlen worden ist, eignet sich das Mittel doch nicht für pflanzentherapeutische Zwecke, seines hohen Preises halber. Coupin (C. r. h. 129. **1899**. 561) ermittelte, daß trockene Samen längere Zeit in Äthyläther-Luft verweilen können, ohne in ihrer Keimkraft benachteiligt zu werden. Er empfahl deshalb den Schwefeläther als Ersatzmittel für den bei der Säuberung der Samen von Niedertieren zuweilen die Samen schädigenden Schwefelkohlenstoff. Feuchte Samen werden sehr schnell durch Ätherdämpfe getötet.

Oxalsäure, $C_2H_2O_4$.

Der Einfluß der Oxalsäure auf den Keimungsvorgang bei einigen Pilzen ist von Wüthrich (Z. f. Pfl. **1892**. 16. 81) zum Gegenstand einer Untersuchung gemacht worden, welcher folgendes zu entnehmen ist.

Phytophthora infestans. Auf einer 0,0063 v. H. Oxalsäurelösung ausgekeimt, zeigten die Konidien nur geringe Beeinflussung durch die Säure, bei 0,063 v. H. bildeten letztere weder Schwärmsporen noch erfolgte direkte Auskeimung. Zoosporen auf 0,0063 v. H. Lösung unterbrachen sofort ihre Bewegung und keimten nicht aus.

Plasmopara viticola. Konidien auf 0,0063 v. H. wurden merklich in ihrer Vitalität beeinflußt, auf 0,063 v. H. gelangten sie weder zur Schwärmerbildung, noch zur direkten Auskeimung.

Ustilago carbo. Auf 0,0063 v. H. Lösung keimten nur noch vereinzelte Sporen und die 0,063 v. H. Lösung verhinderte die Keimung völlig.

Calciumcyanamid (Kalkstickstoff).

Der Kalkstickstoff ist in neuerer Zeit als Mittel zur Hederichvertilgung herangezogen worden, teils in Pulver-, teils in Brühenform. Heinrichsen (Pr. Bl. Pfl. **1909**. 110) streute 75 und 150 kg auf den Hektar mit dem Erfolge, daß eine erhebliche Menge von Hederich und weißem Senf vernichtet, der Hafer dahingegen nur ganz schwach und vorübergehend beschädigt wurde. Auf dem Quadratmeter fanden sich vor: Gestreut: 50 bezw. 1,5 g und unbestreut 650 bezw. 1190 g Hederichpflanzen. Untergesäter Klee sowie beigemischte Erbsen litten nicht. Hiltner und Lang (Pr. Bl. Pfl. **1909**. 25) benutzten zum gleichen Zwecke eine 10 v. H. Kalkstickstoffbrühe und machten die Wahrnehmung, daß sie an die Wirkung einer unter den gleichen Verhältnissen verabreichten 20 v. H. Eisenvitriollösung nicht heranreicht. Es blieben erhalten von 356 Pflanzen bei der 10 v. H. Kalkstickstoffbrühe 187, bei der 20 v. H. Eisenvitriollösung 38. Die nämlichen Erfahrungen machte Kulisch (Ber. Kolmar **1909/10**. 42). Bei ihm übertraf das Eisenvitriol in seiner Wirkung den Kalkstickstoff, gleichviel ob er als Pulver oder als Brühe angewendet wurde, um das Dreifache.

Steinkohlen- und Holzteer sowie ihre Nacherzeugnisse.

Der Steinkohlen- und der Holzteer besitzen ebensowenig wie die Mehrzahl der aus ihnen für pflanzenpathologische Zwecke hergestellten Erzeugnisse eine bestimmte, festbleibende Zusammensetzung. Andererseits sind einige Teererzeugnisse von fester, gleichbleibender Zusammensetzung, wie das Lysol, das Orthodinitrokresolkalium, reines Kresol, Creolin, Kreosol usw. viel zu teuer, um sich für eine allgemeine Verwendung im großen zu eignen. Diese Nachteile und noch einige andere bilden den Grund, weshalb die Teerabkömmlinge, obwohl ihre pilzkeim- und insektentötende Kraft einen hohen Grad einnimmt, bis auf den heutigen Tag nur eine beschränkte Verwendung gefunden haben. Für die Behandlung lebender Pflanzen kommen nur ganz wenige Teererzeugnisse in Frage. In der Hauptsache werden sie zur Entseuchung ruhender Pflanzen bezw. Pflanzenteile, als Abschreckungsmittel gegenüber höheren und niederen Tieren, sowie zur Vertilgung von Insekten außerhalb der Pflanze, beispielsweise von Niedertieren des Bodens, in Benutzung genommen.

Teer.

Infolge seiner zähflüssigen Beschaffenheit eignet sich der Teer als Erstickungsmittel überall dort, wo eine Gefährdung der Pflanze nicht zu befürchten ist. So gehen die an der Baumrinde, an Holzpfählen, bemoosten Steinen usw. sitzenden Eierschwämme von Liparis dispar und anderen Schmetterlingsarten vollkommen zugrunde, wenn sie mit Teer überpinselt werden.

Im Staate Massachusetts ist dieses Verfahren zeitweise im großen Maßstabe durchgeführt worden. Bestreichen der von überflüssigen Rindenfetzen befreiten Reben während der Herbst- und Wintermonate mit der Balbianischen Mischung (s. weiter unten) dient zur Vernichtung von Tetranychus telarius und Phylloxera vastatrix-Eiern.

Sajo benutzte reines Steinkohlenteeröl mit gutem Erfolg gegen die Komma-Schildlaus, Lepidosaphes ulmi, sofern im Frühjahr vor dem Ausbruch der Knospen Stamm- und Ästteile der befallenen Bäume so kräftig mit dem Öl bepinselt wurden, daß keine Stelle trocken blieb. Holzteeröl erwies sich für die ruhenden Knospen nachteiliger als Steinkohlenteeröl. Nur junge Zweige von Ailanthus glandulosa, sowie von Elaeagnus erwiesen sich als sehr empfindlich gegen den Anstrich. Weichsel, Aprikose, Robinie, Walnuß, Birne, Eiche zeigten genügende Widerstandsfähigkeit.

Der starke Geruch macht den Teer ferner geeignet zum Abschreckungsmittel. Als solches wird er namentlich gegen Krähen verwendet. Howard benutzte eine Mischung aus

Vorschrift (88):	Gasteer	6½ kg
	Kupfervitriol . .	12 „
	Wasser	100 l

Herstellung: Teer in einen Eimer schütten, 50 l siedendes Wasser hinzugeben, kräftig umrühren, den an der Oberfläche sich bildenden dicklichen, schwärzlichen Schaum vermittels Strohwisch usw. entfernen. Kupfervitriol in 50 l Wasser lösen, zur Teerbrühe hinzufügen, Gemisch gut durcheinanderrühren.

Verwendung: Mit der über dem Bodensatz stehenden Brühe ist das Getreide auf der Tenne zu benetzen, durchzustechen und schließlich behufs rascherer Zurücktrocknung mit etwas Staubkalk zu bewerfen. Von Tetard (J. a. pr. **1894**. II. 616. 630) wird nachfolgendes Gemisch empfohlen:

Vorschrift (89):	Gasteer	60 l
	Petroleum	30 „
	Karbolsäure	10 „

Herstellung: Zu dem erhitzten Teer, nach Entfernung vom Feuer, Petroleum, sowie Karbolsäure hinzusetzen, durcheinanderarbeiten.

1 l der Lösung genügt für 1 Ztr. Getreide. Der Aufgang der Samen wird durch die Behandlung mit dem vorstehenden Mittel um 2—3 Tage verzögert.

Karbolineum.

Durch Destillation lassen sich aus dem Holz- und Steinkohlenteere verschiedene ölartige Erzeugnisse gewinnen, so das bei 150° übergehende Leichtöl, das bei 220° abgehende Mittelöl, das bei 220—270° gewonnene, bereits ziemlich dickflüssige Schweröl und endlich das Andracenöl bei 270—400°. Pech verbleibt als Rückstand. Mischungen dieser verschiedenen Ölsorten haben die Bezeichnung Karbolineum erhalten und sind zeitweise als wahres Universalmittel gegen Pflanzenkrankheiten angepriesen worden. Dem Karbolineum fehlt eine

der Grundeigenschaften von Bekämpfungsmitteln: die feste gleichbleibende Zusammensetzung. Letztere ist nicht nur bei den Karbolineumsorten aus den verschiedenen Bezugsquellen, sondern auch bei denen einer und derselben Erzeugungsstelle eine recht wechselvolle. An der Pflanzenschutzstation Wien (Z. V. Ö. **1909**. 531) wurden 12 aus Steinkohlenteer und 1 aus Holzteer gewonnenes Karbolineum auf ihren Gehalt untersucht. Hierbei ergaben sich Schwankungen von 3—95 v. H. im Wassergehalt und Unterschiede im spezifischen Gewicht von 0,968—1,120. Derartige Abweichungen in der Zusammensetzung rühren her einmal von der verschiedenartigen Beschaffenheit der Steinkohle, und sodann von dem Mischungsverhältnis, welches die einzelnen Bezugsquellen wählen. Ein weiterer Nachteil des Karbolineums ist die wechselvolle Wirkungsweise gegenüber der Pflanze. Die von dem Mittel ausgehenden Dünste sind bald ohne Nachteil, bald von großem Schaden für die grüne Pflanze. Seiner starken Geruchstoffe halber eignet sich das Karbolineum für bestimmte Gewächse überhaupt nicht. Weinstöcke dürfen vom Eintritt der Blüte ab unter keinen Umständen mehr mit dem Mittel behandelt werden. Somit bleibt als Feld der Anwendung für das Karbolineum nur noch der Baum in seinen verholzten Teilen übrig. Aber auch hier ist Vorsicht am Platze, denn Aderhold fand beispielsweise, daß im März und im Juni mit Karbolineum behandelte Wunden an jungen Bäumen gelegentlich Abtötungen der Rinde in erheblichem Umfange nach sich ziehen können.

Im Handel erscheint das unbearbeitete Karbolineum als ölig-zähflüssige, tief schwarzbraune, starkriechende Masse. Ein etwaiger Wassergehalt, dessen Ermittelung nach einem von Molz (Geisenheimer Mitt. f. Obst- u. Gartenbau. **1909**) beschriebenen Verfahren erfolgen kann, ist als Verfälschung anzusehen. Daneben wird noch ein sogenanntes wasserlösliches Karbolineum unter allerhand Geheimmittelnamen hergestellt. Es bildet eine trübe, je nachdem mehr oder weniger starkriechende, hell- bis tiefbraune Flüssigkeit, welche sich mit Wasser noch weiter verdünnen läßt.

Eine eingehende Untersuchung über die Wirkung des Karbolineums als Mittel zur Insekten- und Pilzbekämpfung hat Molz (C. P. Abt. II. 30. **1911**. 181) angestellt. Seinen Versuchen lagen im ganzen 30 Teeröle (rohes, entphenoltes, entbastes, entphenoltes und entbastes Teeröl, sowie Rohbasen und Rohphenole aus Teerölen), einerseits in reinem, andererseits in verseiftem Zustande (50 v. H. Teeröl, 50 v. H. Seifenlauge) zugrunde. Teeröl vom spez. Gewicht 0,902 bis 0,910 wird von ihm als Leichtöl, solches von 0,998—1,053 spez. Gewicht als Mittelöl und Teeröl von 1,093 und darüber als Schweröl bezeichnet.

Auf die Pflanze (junge Apfel-, Birnen- und Kirschentriebe) wirken die Karbolineumdämpfe um so schädlicher ein, je leichter das Öl ist. Besonders nachteilig wirken die Dämpfe von den Rohbasen und den Rohphenolen. Die Teerung des Stammes (Pfirsichbaum) erwies sich als unschädlich. Zur Wundbehandlung eignen sich die Teeröle nicht, denn sie rufen unter Umständen Wundvergrößerung und Gummifluß hervor. Am wenigsten empfindlich in dieser Beziehung ist der Apfelbaum. Grünes Laub reagiert in sehr verschiedener Weise auf eine Behandlung mit Teerölen in 1 v. H. Lösung. Das Laub der Weinrebe leidet sehr

leicht, während Apfel, Birne, Zwetsche, Pfirsich, Stachel- und Johannisbeere die Bespritzung ziemlich gut ertragen. Das Blattwerk wird um so mehr geschädigt, je schwerer das Teeröl ist. Molz empfiehlt Bespritzungen mit 1 v. H. wasserlöslichen leichtem Teeröl bei Pfirsichbäumen als Ersatz für die Kupferbrühen.

Alle Leichtöle besitzen geringe fungizide und bakterientötende Leistungen, währenddem diese bei den Teerölen vom spez. Gewicht 1,023 auffallend gute sind. Nectria-ditissima-Krebs verheilte unter dem Einfluß einer Behandlung mit unverdünntem Karbolineum. Plasmopara viticola wird durch Teeröllösungen nicht in befriedigender Weise bekämpft. Gegenüber Sclerotinia fructigena sind starke pilzwidrige Wirkungen zu verzeichnen.

Leichtöl wirkte gegen Schildläuse (Diaspis piri, Aspidiotus ostreaeformis) sicherer wie Schweröl. Zur Abtötung ist eine mindestens 30 v. H. Lösung des verseiften Teeröles erforderlich. Bei Blutlaus (Schizoneura lanigera) wurde die Beobachtung gemacht, daß unverdünntes Teeröl zwar die Läuse vollkommen vernichtet, daß es aber zugleich den Baum beschädigt, die Schweröle weniger wie die Leicht- und Mittelöle. Besseres leistet eine 10 v. H. Verdünnung des wasserlöslichen Karbolineums. Gegen die Weinblattmilbe (Eriophyes vitis) bewährte sich am besten entphenoltes Teeröl (20 v. H. in wasserlöslicher Form). Halbausgewachsene Raupen von Pieris brassicae wurden von einer 1 v. H. Verdünnung der wasserlöslichen Teeröle nicht sämtlich vernichtet. Für Euproctis-Raupen leisteten die wasserlöslichen Rohphenole aus Teerölen und die Rohbasen die besten Dienste. Rohphenole töteten bereits in 0,5 v. H. Verdünnung der wasserlöslichen Form halberwachsene Kohlweißlingsraupen (Pieris) durch Berührung. Gegenüber den Goldafterraupen (Euproctis) verwendete Molz das Teeröl auch als Magengift und verglich seine Wirkung mit der des Nikotines, des Schweinfurter Grünes, des Chlorbaryums, der Leinölseife und des Kupferkalkgemisches. Während Kupferkalk in einer Stärke von 2 v. H. eine deutlich fraßabschreckende Wirkung ausübte, vermochten die Teeröle eine solche nicht unter allen Umständen hervorzurufen. Als Magengifte in 1 v. H. Lösung blieben sie wirkungslos. Sofern das Karbolineum fraßabhaltende Eigenschaften entwickelt, ist der erzielte Erfolg nicht auf die in ihm enthaltenen Rohphenole und Rohbasen zurückzuführen. Bei der Bekämpfung von Bodeninsekten (Engerlinge, Larven von Tenebrio molitor) eignet sich das Karbolineum nicht als Ersatz für den Schwefelkohlenstoff und den Tetrachlorkohlenstoff. Für Schädiger, welche sich nahe an der Bodenoberfläche aufhalten (z. B. Heterodera schachtii) wird die Verwendung eines Gemisches von Karbolineum und Schwefelkohlenstoff angeraten.

Die kurz vor der Einsaat in den Boden gebrachten Teeröle wirken nachteilig, die mehrere Monate vorher eingebrachten vorteilhaft auf den Pflanzenwuchs ein.

Schander (M. Br. 2. 1910) empfiehlt größte Vorsicht bei der Verwendung von Karbolineum im Obstbau. Er hält eine Bespritzung während des Winters mit 10—20 v. H. Brühe für zulässig. Dagegen erklärt er das Mittel für ungeeignet gegen Blattläuse und Pilze.

Tullgren und Dahl (Uppsatser i praktisk Entomologi. **1908**. 55) fanden, daß das Karbolineum unter schwedischen Verhältnissen nicht zur Sommerbehandlung geeignet ist, daß aber 5—10 v. H. Emulsionen in Form einer Winterbehandlung befriedigende Leistungen gegenüber Blattläusen und Blutläusen aufzuweisen haben.

Arbolineum ist nichts anderes als eine Bezeichnung für Karbolineum. Wie Schander (a. a. O.) zeigte, bildet das Arbolineum nicht, wie in manchen Empfehlungen behauptet wird, einen brauchbaren Ersatz für die Kupferkalkbrühe bei der Bekämpfung des Apfelschorfes (Fusicladium). Seine Spritzversuche ergaben:

	Apfelgewicht	Schorfmenge
Unbehandelt	37,8 g	97—97,3 v. H.
0,5 v. H. Arbolineum .	32,5 „	96,7—97,3 „
2 v. H. Kupferkalkbrühe	48,9 „	8—8,3 „

Die nachfolgenden, zum Teil schon älteren Mittel sind im wesentlichen nichts anderes als Karbolineumgemische und müssen deshalb wie diese beurteilt werden. Eines der ältesten ist die ursprünglich zur Vernichtung der sogenannten Wintereier von Phylloxera vastatrix bestimmte Balbianische Mischung, deren Herstellung zu erfolgen hat nach der

Vorschrift (90):		
	Steinkohlenteeröl	5 kg
	Naphtalin	7,5 „
	Gebrannter Kalk	25 „
	Wasser	100 l

Später (R. V. 63. **1899**. 2. 205) ist das Mittel in nachstehender Weise vereinfacht worden.

Vorschrift (91):		
	Schweres Teeröl	4,5—9 kg
	Kalk	18 „
	Wasser	100 l

Herstellung: Den Kalk mit möglichst wenig Wasser zu Fettkalk ablöschen, das Öl mit dem Fettkalk gut mischen, alsdann in kleinen Mengen unter beständigem Umrühren das Wasser hinzusetzen. Nachträgliche Ölausscheidung auf der Oberfläche deutet fehlerhafte Herstellungsweise an.

Wenn diese Brühe hier und da gegen Conchylis und Eudemis in den Traubengespinsten empfohlen wird, so muß daran erinnert werden, daß alle teerhaltigen Bekämpfungsmittel sich mit Rücksicht auf die Möglichkeit der Annahme von Teergeruch durch die Trauben nicht für Weinberge eignen.

In Italien wurde Leim und Soda, neuerdings auch Terpentinäther zur Herstellung von Teeremulsionen empfohlen, eine Leimemulsion von Targioni-Tozzetti (Agric. italiana **1891**) gegen Schizoneura, Chinoaspis und Aspidiotus, eine Sodaemulsion von Franceschini (ref. St. sp. 20. **1887**) gegen Diaspis pentagona und eine Terpentinätheremulsion von Voglino (Flugblatt 4, Osservatorio Consorziale, Turin) ebenfalls gegen Diapsis pentagona zum Aufpinseln nach Abreiben der Rinde. Letztere besteht aus

Vorschrift (92):

Teeröl	6,4	kg
Terpentinäther	0,6	„
Kochsalz	7	„
Mehl eine Kleinigkeit		
Wasser	100	l

Gegenüber Aulacophora hilaris, dem Kürbisblattkäfer, bewährte sich nach Wallis (J. A. V. **1908**. 100) nachstehende Brühe besser wie Bleiarsenat und Schweinfurter Grün.

Vorschrift (93):

Rohes Teeröl	1,25	l
Schmierseife	1,2	kg
Ätzsoda	0,150	„
Wasser	100	l

Seife und Soda in 2,5 l kochendem Wasser lösen, Teeröl hinzusetzen, emulsionieren, Rest des vorher erhitzten Wassers hinzufügen, mischen.

Karbolsäure.

Die auch als Phenol, Phenylhydrat, Monooxybenzol, Phenylsäure bezeichnete Karbolsäure (Acidum carbolicum) bildet in reinem Zustande farblose, in Wasser und Alkohol lösliche, bei 42° schmelzende und bei 182° in Gasform übergehende Kristalle von der Zusammensetzung C_6H_5OH. Als Acidum carbolicum liquidum crudum wird eine 15—80 v. H. Phenole, Kresole usw. enthaltende Flüssigkeit bezeichnet, welche sich nur in bestimmten Fällen für pflanzenpathologische Zwecke eignet. Zur allgemeinen Verwendung gelangt üblicherweise ein als Acidum carbolicum liquefactum Ph. G. V bezeichnetes Erzeugnis, dessen Preis (E. Merck, Preisliste 1913) 1,06—1,20 M für das Kilogramm beträgt. Wiederholt ist der Versuch gemacht worden, die Karbolsäure auch gegenüber den Erregern von Pflanzenkrankheiten nutzbringend zu verwerten. Ein durchgreifender Erfolg ist bis jetzt aber diesen Bestrebungen versagt geblieben. Unbedingt nötig wird es für die Zukunft sein, über die bei Bekämpfungsversuchen verwendete Karbolsäure nähere Gehalts- und Beschaffenheitsangaben zu machen. Ohne diese Angaben sind alle Mitteilungen über die mit karbolsäurehaltigen Mitteln gemachten Erfahrungen minderwertig.

Das Mittel kann für sich allein oder in Verseifungen angewendet werden.

Einfache Karbolsäure.

Innerlich ist von Green (I. M. N. 1. 120) ein als Phenyl bezeichneter Stoff, vermutlich Karbolsäure, Kaffeebäumen verabreicht worden. Er goß über den aufgelockerten Boden rund um den Baum eine aus 1 Teelöffel voll „Phenyl" auf 2 l Wasser bestehende Brühe. Das verwendete Quantum wird nicht angegeben. Green bemerkte anfänglich „nach Ablauf eines Monats finde ich, daß der als Versuchsobjekt dienende Baum, die grüne Schildlaus, Lecanium viride, vollständig abgestoßen hat, während die Plage auf den benachbarten Bäumen eher zu- als abgenommen hat." Später hat er jedoch erklärt, daß er von der innerlichen Phenylbehandlung nichts halte.

Äußerliche Verwendung hat die Karbolsäure als Boden- und Samendesinfektion sowie als Spritz- und Streumittel zur Vertilgung von Insekten auf belaubten Pflanzen gefunden.

Kühn (B. 3. 88) vermochte durch Beigabe von 50 kg einer 30 v. H., 50 v. H. bezw. 100 v. H. Karbolsäure auf $^1/_4$ ha die Zuckerrüben nicht von Heterodera schachtii freizuhalten.

Ashmead (Bull. 14. D. E.) empfiehlt Kohlpflanzen, auf welchen Plusia brassicae, die Kohlraupe, auftritt, mit einer Mischung bestehend aus 20 Teilen phosphorsaurem Kalk, 3 Teilen frisch gelöschtem Kalk und 1 Teil Sägespänen, welche vollständig mit Karbolsäure durchtränkt worden sind, zu überstreuen und diese Behandlung nach 2—3 Tagen zu wiederholen.

Hellriegel (Z. Z. **1890**. 555) verwendete eine 20stündige Einweichung der Rübensamen in 1 v. H. Karbolsäurelösung zur Verhinderung des Auftretens von Wurzelbrand. Carlson (Z. Z. **1894**. 434) weicht zu gleichem Zwecke die Rübenkerne zunächst erst 3 Tage lang bei $17^1/_2$—19° C. in Wasser ein und beizt sie dann erst mit einer 1—2 v. H. Lösung von roher Karbolsäure. Ziemlich umfangreiche Versuche stellte Frankl (Ö. Z. Z. **1894**. 225—240) mit einer 0,5 v. H. Karbolsäure als Beizmittel für Rübensamen an. Bei 20stündiger Einwirkungsdauer gingen die Knäule erst nach 14 Tagen und ziemlich lückenhaft auf. Die Pflänzchen blieben bis auf wenige Ausnahmen vom Wurzelbrand verschont. Eine 18stündige Beize ergab die nämlichen Resultate. Der nur 15 Stunden gebeizte Samen lief bereits am 8. und 9. Tage vollkommen auf. 25 v. H. der Pflänzchen waren vor dem Vereinzeln wurzelbrandig, überstanden die Krankheit aber ohne nennenswerten Nachteil. Ungünstige Ergebnisse wurden mit der 10stündigen Beize erzielt, denn es erlagen etwa 50 v. H. der Pflanzen dem Wurzelbrand ohne sich wieder zu erholen.

Mit einer 1 v. H. rohen Karbolsäure gelang es Webster (I. L. 7. 206) den Blasenfuß auf Zwiebeln, Limothrips tritici Pack., zu vernichten, soweit als er in den Bereich des über die Pflanzen verspritzten Mittels kam. Nach Marlatt (Y. D. A. **1895**. 397) haben Besprengungen der Weinstöcke mit 1 v. H. Karbolsäure den Rosenkäfer, Macrodactylus subspinosus, vertrieben. Ungünstige Erfahrungen machte Slingerland (Bull. 44 der Versuchsstat. zu Ithaka, New York) mit einer 10 v. H. Lösung beim Birnbaumsauger, Psylla pyricola, denn die Eier dieses Schädigers blieben zum größten Teile lebensfähig, während die Blattknospen beschädigt wurden. Dahingegen wird von einem nicht genannten Autor (Ö. L. W. **1892**. Nr. 23) berichtet, daß eine 10 v. H. Amylokarbollösung die Larven des Spargelkäfers, Lema asparagi L., erfolgreich zurückhält, wenn im Laufe des Sommers wenigstens 4 Besprengungen vorgenommen werden.

Als Abschreckungsmittel gegenüber Wurzelläusen von Forbes (Bull. 130. Illinois **1908**) verwendet, versagte die Karbolsäure fast vollkommen. Gleichzeitig stellte der Genannte fest, daß die 5—30 Minuten währende Einwirkung einer 2 v. H. Karbolsäure auf die Keimkraft von Maissamen keinen schädlichen Einfluß ausübt.

Auch zur Unkrautvertilgung ist die Karbolsäure in Anwendung gebracht worden und zwar von Jones und Orton (12. Jahresb. Vermont **1899**. 182),

welche mit einer 3 v. H. Karbolsäurelösung gegen Löwenzahn (Taraxacum), Bluthirse (Panicum), Knöterich (Polygonum) und Wegerich (Plantago) beachtenswerte Erfolge erzielten.

Verseifte Karbolsäure.

Mit Seife gibt die Karbolsäure ziemlich gut haltbare Emulsionen, welche gegen die als Kaiwurm bezeichnete Larve des Apfelblütenstechers (Anthonomus pomorum), gegen den Apfelblattsauger (Psylla mali), die Blutlaus (Schizoneura lanigera), die Knospengallmilbe (Phytoptus ribis Westw.) auf Johannisbeersträuchern, gegen Rindenläuse und Apfelbaumbohrkäfer brauchbare Dienste leisten. Die Zusammensetzung der spritzfertigen Brühen ist gewöhnlich derart, daß sie 0,5—0,75 v. H. Karbolsäure und ebensoviel oder weniger Seife enthalten. Für die Herstellung gelten die bei der Petroleumbrühe (s. weiter unten) gemachten Vorschriften. Empfohlen wurde das Mittel u. a. von Whitehead (J. A. S. 3. F. Bd. 2 T. 2. S. 241) und von Cook (Jahresb. **1890**. Versuchsst. für Michigan, S. 223). Zur Behandlung von Insekten auf verholzten Pflanzenteilen, beispielsweise Milben auf Rebholz, können stärkere Brühen Verwendung finden, welche bis zu 1 v. H. Karbolsäure und bis zu 3 v. H. Seife enthalten. Rathay (Weinlaube **1894**, Nr. 9) bezeichnet eine 1 v. H. Lösung in Wasser als geeignetes Bekämpfungsmittel für die rote Milbenspinne (Tetranychus telarius) auf Weinstöcken und Fleischer (Z. f. Pfl. **1900**. 70) empfiehlt gleichfalls die einprozentige Lösung, in erster Linie zur Blattlausvertilgung.

Kresol (Kresylsäure).

Die Kresylsäure (Ortho-Meta-Para-Kresylsäure) entspricht der Formel $C_6H_4 . OH . (CH_3)$. Das Orthokresol bildet weiße, in Alkohol, Äther, Chloroform, in Alkalien und in etwa 30 Teilen Wasser lösliche, bei 28—30° schmelzende und bei 187—189° vergasende Kristalle. Die Meta- und die Parakresylsäure besitzen nur geringe Wasserlöslichkeit. Für pflanzenpathologische Zwecke kommt nur die billigere Orthokresylsäure (E. Merck, Preisliste 1913, 1 kg = 1,90 M) neben dem Cresolum crudum Ph. G. V., einem gereinigten Gemenge verschiedener Kresole (E. Merck, Preisliste 1913 1 kg = 1 M) in Frage. Letzteres bildet eine gelbbraune, klare in Alkohol und Äther lösliche, in Wasser nur ganz wenig lösliche Flüssigkeit, welche die drei Isomerenkresole in wechselnden Mengen enthält. Um eine gleichmäßige Verteilung des Kresols in Wasser zu ermöglichen, ist die Vermischung mit Alkalien nötig, mit denen es lösliche Verbindungen eingeht.

Ein Gemisch aus Rohkresol und Seife hat den Namen Sapokarbol erhalten. Eine 1 v. H. wässerige Lösung dieses Mittels tötet, wie Sidler (Jb. O. u. W. **1893**. 75) mitteilt, die Blattläuse nur unvollkommen. Stärkere Lösungen beschädigen das Laub. Gleiche Beobachtungen hat Koebele (I. L. 6. 16) gemacht. Nach ihm werden Phorodon-Läuse auf Pflaumenbäumen sowohl durch eine 2 v. H. wie durch eine 1 v. H. Sapokarbollösung vollständig vernichtet, in beiden Fällen werden aber die Blätter verbrannt. Fleischer (Z. f. Pfl. **1891**. 328. **1896**. 17) bezeichnet das Sapokarbol in 1 v. H. Lösung als das zur Zeit beste Blattlausvertilgungsmittel, „es ist bequem, sehr billig, haltbar, sicher wirksam und den

Pflanzen mit geringen Ausnahmen unschädlich". Die Verschiedenheit der vorstehenden Urteile wird durch die schwankende Zusammensetzung des Mittels zur Genüge erklärt. Fleischer verwendete ein unter der Marke Nr. 1 gehendes Präparat der chemischen Fabrik Eisenbüttel in Braunschweig.

Als Kresolwasser bezeichnete Moritz (A. B. A. 6. **1908**. 499) eine Mischung von 10 ccm Kresolseife (mit 28 v. H. Kaliseife) und 90 ccm Wasser. Nach den Untersuchungen des Genannten liefert dieses Mittel eine sichere Vernichtung der Rebläuse (Phylloxera vastatrix) und ihrer Eier und zwar wird diese Wirkung erzielt mit

unverdünntem Kresolwasser nach	5	Minuten
40 ccm Kresolwasser zu 100 ccm Flüssigkeit .	30—35	„
20 „ „ „ „ „ „ .	60	„

Ferner haben Coquillett und Murtfeldt ein Thymokresol benanntes, in den Vereinigten Staaten fabrikmäßig hergestelltes Präparat auf seine Wirksamkeit geprüft. Ersterer bemerkte bei Anwendung einer Lösung von 1 l Thymokresol : 2000 l Wasser keine Wirkung auf Lecanium hesperidum und Aspidiotus citrinus; mit 1 l : 1000 l Wasser gelang es ihm, 90 v. H. dieser Schildläuse ohne Schaden für die Zitronen- und Orangenbäume zu vernichten (Bull. 26. D. E. 35). Die Ergebnisse der entsprechenden Versuche Murtfeldts (Bull. 26. D. E. 38. 43. 44) stehen hiermit in einigem Widerspruch. Eine Verdünnung von 1 Teil Thymokresol mit 30 Teilen Wasser wirkte ungenügend gegen Murgantia histrionica und die Apfelschildlaus, Chionaspis furfurus. 1 Teil Thymokresol mit 50 Teilen Wasser verdünnt verhielt sich ebenso mit Bezug auf die Larven und Käfer von Leptinotarsa decemlineata (Kartoffelkäfer), Anasa tristis (Kürbiswanze), Diabrotica 12 punctata (Gurkenkäfer) usw. Bei wiederholter Anwendung gingen Kohlraupen nnd Blattläuse schließlich zugrunde. Im übrigen weist auch Murtfeldt darauf hin, daß eine Beschädigung der Pflanzen durch das Mittel nicht hervorgerufen wird.

Die Gehaltsbestimmung der Kresolseife erfolgt durch Abscheidung der Kresolfettsäure vermittels Aussalzung in einer Meßröhre. Schmatolla (Apoth.-Ztg. 82. 815) gibt folgendes Verfahren an. 100 ccm Kresolseifenlösung mit 50 ccm verdünnter Schwefelsäure in einer Meßröhre von 200 ccm Inhalt durcheinander schütteln; nach einer Stunde die Stärke der Kresolschicht ablesen. Sie muß mindestens 73 ccm und das spezifische Gewicht des filtrierten Kresoles mindestens 1,004 betragen. Das abgeschiedene Kresol nimmt etwa 8 v. H. Wasser auf. Moritz (a. a. O.) versetzt 10 ccm der zu prüfenden Seife mit 15 ccm Salzsäure sowie 5 g Chlornatrium und fordert eine 7,8—9,5 ccm betragende Kresolmenge.

Der Hauptnachteil des Kresoles ist seine je nach der Zusammensetzung schwankende Wirkungsweise.

Antinonnin.

Das Antinonnin bildet einen apfelsinengelben Brei, welcher 50 v. H. eines von den Professoren Harz und von Miller entdeckten, Orthodinitrokresolkalium

benannten Stoffes enthält. Um dem Austrocknen dieses Breies vorzubeugen, ist derselbe mit einem geringen Zusatz von Seife versehen worden. Das absolut trockene Orthodinitrokresolkalium ist leicht explodierbar. Den Namen Antinonnin hat es deshalb erhalten, weil es während eines Auftretens der Nonnenraupe, Liparis monacha, in den bayerischen Forsten entdeckt und für ein Spezifikum gegen diesen Schädiger angesprochen wurde.

Die mit dem Antinonnin inzwischen angestellten Versuche lassen erkennen, daß das Mittel geeignet ist, unter Umständen ganz wertvolle Dienste gegen Insektenschädiger und bestimmte Pilze zu leisten, daß andererseits die anfänglich auf dasselbe gesetzten Hoffnungen zu weitgehende waren. Ein ungenannter Autor berichtet (Süddeutsche Apotheker-Zeitung 32. Jahrg. **1892**. Nr. 30), daß bei Verdünnungen von 1 : 750—1 : 1000 für die Pflanze nicht das geringste zu befürchten ist. Falls stärkere Lösungen erforderlich werden und die zu behandelnden Pflanzenteile jung und zart sind, ist es ratsam, die letzteren 24 Stunden nach Aufstäubung des Mittels mit Wasser abzuspritzen. Das Mittel erfordert bei der Anwendung im großen unter allen Umständen leicht zu beschaffende, große Mengen von Wasser in der Nähe des Ortes, an welchem es zur Anwendung gelangen soll. Allem Anscheine nach beschränkt sich seine Wirkungsfähigkeit auch nur auf weichhäutige Schädiger. Die hartschaligen Liguster-Lappenrüßler, Otiorrhynchus ligustici L., widerstanden den Einwirkungen einer ziemlich starken Antinonninlösung zum weitaus größten Teile. Die nachstehenden Berichte enthalten eine indirekte Bestätigung hierfür, insofern als sie sich sämtlich auf weichhäutige Insekten beziehen. Thorsen verzeichnet gute Erfolge gegen Nematus ribesii auf Johannisbeeren mit einer 0,125 v. H. Antinonninlösung (Z. f. Pfl. **1895**. 174). Schöyen hat das Mittel als vorzüglich gegen Lophyrus rufus (ebendas.) gefunden. Reuter berichtet (Mitt. d. Ackerbau-Min. Nr. 8. Helsingfors. **1894**, ref. Z. f. Pfl. **1895**. 178), daß eine mit 0,25 v. H. und 1,25 v. H. Brühe „ziemlich wirksam" gegen die Graseule, Charaeas graminis L., ist. Auf die Nonne wirkt eine Lösung von 1 : 300 nach 12—24 Stunden absolut tödlich und selbst bei Verdünnungen von 1 : 1000 gingen nach 24 Stunden noch $^2/_3$ der Nonnenraupen zugrunde. Selbst mit der 800fachen Verdünnung gelang es ihm, die „zählebigen und gefräßigen" Larven sicher zu töten. Durch einen geringen weiteren Seifenzusatz wird das Mittel noch wirkungsvoller, indem dann selbst Lösungen von 1 : 1500 den Nonnen noch absolut tödlich werden. Ebenso brauchbar ist das Antinonnin gegen Schildläuse auf Zimmerpflanzen, Apfel- und Pfirsichbäumen usw., ferner beim Auftreten von Blasenfüßen (Thrips), Milbenspinnen (Tetranychus), Blattläusen. Mäuse werden durch 0,001 g Orthodinitrokresolkalium, Ratten durch 0,02 g getötet. Antinonnin hat sich auch als ausgezeichnetes Mittel zur Zerstörung von Baumschwämmen wie Polyporus vaporinus P. destructor, Trametes cryptarum (Rotfäule und Ringscheibe der Kiefer) bewährt. Die Lösungen können in diesem Falle selbst noch dünner als 1 : 1500 sein, ohne unwirksam zu werden.

Trotz alledem dürfte gegenwärtig das Antinonnin kaum noch im Gebrauche sein.

Thymol, $C_{10}H_{14}O$ (β-Propyl-m-Kresol).

Constantin und Dufour (R. B. **1893**. 497—514) haben Versuche mit einer 2½ v. H. Thymollösung gegen die Molekrankheit der Champignons angestellt, aus welchen hervorgeht, daß diese Substanz ein ziemlich wirksames Mittel zur Verhinderung der Krankheit bildet. Einer allgemeinen Einführung des Mittels in der Praxis stehen seine Schwerlöslichkeit in Wasser sowie sein hoher Preis entgegen (E. Merck, Preisliste 1913. Thymol cryst. Ph. G. V. 1 kg = 14,50 M).

Lysol.

Ein aus gleichen Teilen Rohkresol und Kaliseife zusammengesetzter Körper, welcher im Gegensatz zum reinen Kresol mit Wasser eine Lösung gibt, hat die Bezeichnung Lysol erhalten. Die Ansichten über die Brauchbarkeit des Lysoles als Insektenvertilgungsmittel gehen weit auseinander, was in der wechselnden Zusammensetzung des Rohkresols seinen Anlaß haben mag. Innerlich gegeben wirkt das Lysol nachteilig auf die Pflanze (Otto, Z. f. Pfl. **1892**. 198—206). Zu äußerlicher Verwendung ist das Mittel sowohl als Insektizid wie als Fungizid empfohlen worden.

a) Als Insektizid:

0,25 v. H. Lösung von Lysol tötet nach Fleischer (Z. f. Pfl. **1891**. 330) nackte Blattläuse, ohne den Pflanzen merklich zu schaden. Rathay (Weinlaube **1894**. Nr. 9) empfiehlt 250 g Lysol auf 100 l Wasser = 0,25 v. H. als geeignetes Mittel gegen die Milbenspinne, Tetranychus telarius, auf den Weinstöcken.

0,50 v. H. Lysollösung fand Glaab (Z. f. Pfl. **1894**. 21) unwirksam gegen Blattläuse und dabei schädlich für das junge Laub von Artemisia absinthium.

1 v. H. Lösungen eignen sich zur Vertilgung von Blattläusen auf Pfirsich, Apfel, Rose und von Frostspannern an Birnen. Rossel (Berner Blätter f. Landw. **1894**. Nr. 48 und 99) verwandte sie mit Erfolg gegen Blutlaus. Rosenknospen leiden unter der Einwirkung des Mittels.

1,5 v. H. Lysollösung vernichtete nach Kraft (Schweiz. landw. Ztschr. **1894**. S. 349, Z. f. Pfl. **1895**. 253) die Reifmotten (Cheimatobia brumata) an Kirschbäumen ohne wahrnehmbaren Schaden für das Blattwerk.

2 v. H. Lösungen sind nach Otto (Z. f. Pfl. **1892**. 80) ohne genügenden Erfolg gegen Aphis viciae Kalt. und verletzen dabei die Pferdebohnen. Glaab (a. a. O.) fand sie unwirksam gegen die Blattläuse auf Evonymus europaeus L., sowie gegen Raupen auf Rosengebüschen, dahingegen werden Blattläuse auf Rosen, Prunus domestica L. und Artemisia absinthium L., sowie Raupen auf dem Pfaffenhütchenstrauch binnen kurzer Zeit getötet. Die jungen Blätter der Rosen, der Äpfel, Pflaumen und des Pfaffenhütchens wurden nur unbedeutend, die älteren gar nicht verletzt; die Triebe von Artemisia litten dagegen ganz bedeutend. Äpfel, welche von der Lösung getroffen wurden, erhielten braune Flecke, gelangten aber zur Reife. Hertzog (Straßburger Post. **1894**. S. 370

empfiehlt die 2 v. H. Lösung gegen Schildläuse auf Bäumen, während Fondard (Bull. Soc. nat. Agric. **1909**. 434) mit einer 5 v. H. Lösung bei Chrysomphalus minor auf Orangenbäumen nur 60 v. H. tote Läuse erzielte.

5 v. H. Lysolwasser soll die Ausheilung des Krebses an Obstbäumen weit schneller bewirken als ein Überzug von Teer oder Baumwachs.

Sowohl die Rebläuse (Phylloxera vastatrix) wie ihre Eier werden nach Moritz (a. a. O.) sicher getötet durch

10:100	Lysol-Flüssigkeit	bei einigen Sekunden	Wirkungszeit
5:100	"	" "	" "
4:100	"	nach 30—35 Minuten	
1—2:100	"	" 45 "	

b) Als Fungizid:

Der Vorschlag zur Verwendung des Lysols gegen Pilzkrankheiten der Kulturgewächse ist von Sipière (J. a. pr. **1895**. I. 204. 206) ausgegangen. Nach ihm eignet sich eine 0,5 v. H. Lysollösung ebenso gut zur Bekämpfung von Plasmopara viticola wie die Kupferkalkbrühe und besitzt überdies noch den Vorteil, zu gleicher Zeit auch den echten Mehltau, Oidium, sowie alle tierischen Feinde des Weinstockes zu beseitigen. Die Anzahl der erforderlichen Bespritzungen beträgt drei. In Frankreich soll die erste zwischen dem 20. und 30. April, die zweite zwischen dem 1. und 8. Mai, die dritte zwischen dem 1. und 8. Juni stattfinden. Für die deutschen Weinbaubezirke sind diese Termine je 8 Tage später zu legen. Eine Nutzbarmachung dieses Vorschlages ist bisher nicht erfolgt.

Constantin und Dufour (R. B. **1893**. 497—514) beschränkten die Molekrankheit der Champignonpilze durch eine Bepinselung von Boden und Wänden der Zuchträume vor dem Ansetzen einer neuen Kultur. Wo die letzteren feucht gelegen sind, ist eine 2malige Behandlung erforderlich.

Mit Kupfersalz versetztes Lysol hat die Bezeichnung Kyrol erhalten. Es stellt eine sirupsdicke, dunkelgrüne Masse dar, welche sich leicht mit Wasser zu einer milchiggrünen Flüssigkeit mischt. Reben und Obstbäume vertragen Lösungen von 1—1½ v. H., Blumen nur solche von 0,1 v. H. Die Klebekraft ist, wie Bolle (Ber. Görz. **1902**. 20) ermittelte, geringer als bei der Kupferkalkbrühe. Wahl und Zimmermann (Z. V. Ö. **1909**) haben Untersuchungen darüber angestellt, ob sich außer dem Rohlysol und gereinigtem Lysol auch das Kyrol etwa als Ersatzmittel für das unzuverlässige Karbolineum eignet. Im ganzen sind die Ergebnisse nicht günstig ausgefallen. Als Zusatz zu einem anderen Insektizid (beispielsweise Tabakslauge) scheint das Lysol aber Brauchbares zu leisten, indem es die Wirksamkeit des in Frage kommenden Mittels wesentlich steigert.

Österreichische Pflanzenpathologen haben ein als Demi-Lysol bezeichnetes Ersatzmittel für das Karbolineum empfohlen. Als Vorzüge gegenüber dem letztgenannten werden angeführt die immer gleichmäßige Zusammensetzung, die gleichmäßig gute Lösung in Wasser, die Unschädlichkeit gegenüber den Gummiteilen der Spritzen und die saubere Beschaffenheit der mit dem Mittel benetzten Pflanzenteile. Hinlängliche Erfahrungen über das Erzeugnis liegen noch nicht vor.

Creolin.

Creolin ist eine tief dunkelbraune, teerartig riechende, in Alkohol und Äther lösliche, milchige Emulsionen liefernde Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht 1,04 bis 1,08, welche aus Homologen des Phenoles, Kohlenwasserstoffen, organischen Basen, Harzen, Chlor und Schwefelverbindungen besteht, es fehlt ihm eine feste, bestimmte Zusammensetzung und damit ein wichtiges Erfordernis.

Halsted (19. Jahresber. Neu-Jersey **1899**. 335) berichtet, daß eine 0,5 v. H. Mischung von Creolin mit Wasser bereits nachteilig auf die Pflanzen einwirkt, während Fleischer (Z. f. Pfl. **1891**. 330) noch bei einer 0,75 v. H. Brühe keinerlei Pflanzenbeschädigungen und Zechini und Silva (St. sp. 24. 357, Z. f. Pfl. **1895**. 165) sogar bei Brühen mit 1,5 v. H. Creolin keine Pflanzenbeschädigungen eintreten sahen. Die 0,5 v. H. Brühe hemmt nach Halsted nur unvollkommen das Pilzwachstum. 0,75 v. H. Brühe ließ etwa die Hälfte der damit behandelten Insekten am Leben; 1,5 v. H. Brühe vernichtete Conchylis ambiguella. Zechini und Silva benutzten die nachstehenden Mischungen:

	1.	2.	3.
Creolin	1,5 v. H.	1,5 v. H.	1,5 v. H.
Tabaksaft	—	4,0 „	3,0 „
Amylalkohol	8,0 „	—	—
Seife	—	—	1,0 kg
Wasser	90,5 „	94,5 „	100 l

Mit 5 v. H. Creolinemulsion gelang es Schroeder (Z. f. Pfl. 16. **1909**. 1—13) 57 v. H. Heuschreckenlarven (sogenannte Fußgänger), mit einem Gemisch aus 2 kg Creolin und 2 kg Kaliseife auf 100 l Wasser 82 v. H. der Schädiger zu vernichten.

Als Beize für Kartoffelknollen von Mohr (Insektengifte 73) verwendet, hatte 9,25 v. H. Creolinwassermischung bei 20stündiger Einwirkungsdauer eine Verspätung des Austreibens um 10 Tage zur Folge.

Kreosot.

Das aus dem Buchenholzteere gewonnene Creosotum purum stellt eine schwarzgelbliche Flüssigkeit von der Dichte 1,8 und dem Siedepunkte 250—220° C. dar, welche Guajakol $C_6H_4(OCH_3) . OH$ sowie Kreosol $(C_6H_3 OCH_3 . CH_3 . OH)$ enthält und mit Alkohol, Äther, Schwefelkohlenstoff und Öl mischbar ist. Der Stoff hat einige Bedeutung dadurch erlangt, daß er von der Gipsy moth-Commission des Staates Massachusetts (Forbush und Fernald, The gipsy moth. Boston **1896**. 123. 124) zur Grundlage für ein Mittel zur Vernichtung der Eischwämme des Schwammspinners (Liparis dispar L.) gemacht worden ist. Das Mittel hat folgende Zusammensetzung:

Vorschrift (94):	Kreosot	50 v. H.
	Karbolsäure	20 „
	Terpentin	20 „
	Steinkohlenteer	10 „

und wird zum Bepinseln der Eischwämme benutzt. Das Terpentin dient zur Flüssigerhaltung des Kreosotes, der Teer hat die Aufgabe, die Eierschwämme schwarz zu färben und so die in Behandlung genommenen Örtlichkeiten zu kennzeichnen. Die Zerstörung der Eier ist eine vollkommene.

Nitrobenzol, $C_6 H_5 NO_2$.

Das Nitrobenzol (Mirbanöl), eine ölige, farblose bis gelbliche, stark nach Bittermandelöl riechende, in Alkohol, Äther und Ölen lösliche, in Wasser unlösliche, bei 209° C. siedende Flüssigkeit von der Dichte 1,187 ist fast gleichzeitig von Papasogli, Targioni-Tozzetti und Del Guercio (St. sp. 20. 449. 561) als Insektizid erprobt worden. Die beiden letztgenannten bezeichnen eine gewöhnliche Seifenemulsion von 0,5—0,75 v. H. und eine alkoholische Seifenemulsion mit Nitrobenzol von 0,25—0,5 v. H. als unschädlich für die Pflanzen. Ersterer stellte fest (B. C. **1892**. 492), daß die Eier von Fliegen und Seidenraupen nicht mehr zur Entwicklung gelangen, wenn sie unter einer Glasglocke dem Dunste von einigen Milligrammen Nitrobenzol ausgesetzt werden. Er will auch die Reblaus mit einem Nitrobenzolgemisch aus 5 kg Nitrobenzol, 5 kg Schwefelsäure und 90 l Wasser erfolgreich bekämpft haben. Eine Mischung aus 50 Teilen Nitrobenzol, 150 Teilen Amylalkohol und 100 Teilen Kaliseife bezeichnet Papasogli als geeignet zum Schutze oberirdischer Pflanzenteile vor schädlichen Insekten. Vor der Verwendung ist 1 Teil des Gemisches mit 10—20 Teilen Wasser zu verdünnen. Zechini und Silva (St. sp. 24. 357) machten die Beobachtung, daß das Laub des Weinstockes leicht von den Mirbanöl enthaltenden Mitteln geschädigt wird, selbst dann noch, wenn dieselben nur 2 v. H. davon enthalten. Der Heu- und Sauerwurm (Conchylis ambiguella) geht unter der Einwirkung der 2 v. H. Mischung zugrunde.

Gegenwärtig ist das Nitrobenzol als Insektenvertilgungsmittel vollkommen außer Gebrauch gekommen.

Pikrinsäure.

Die gelbe, in 170 Teilen Wasser, 10 Teilen Alkohol und 6,5 Teilen Äther lösliche Kristalle mit einem Schmelzpunkt von 122,5° bildende Pikrinsäure (Acidum picronitricum pur. cryst.; Trinitrophenol; $C_6 H_2 . OH . (NO_2)_3$) hat wohl ihres bitteren Geschmackes halber Eingang in die Pflanzentherapie und zwar als Abschreckungsmittel gefunden. Ob sie auch als Magengift in Frage kommt, bedarf noch der Untersuchung. Ihre Löslichkeit macht sie unbrauchbar für eine vorbeugende Behandlung und läßt somit eines der wichtigsten Erfordernisse vermissen. Auf die Pflanze wirkt die Säure stark schädigend ein. Nach den Untersuchungen von Burmester (Z. f. Pfl. **1908**. 154) leidet die Keimkraft der Gerste und des Weizens bereits unter der Einwirkung einer 0,1 v. H. Refloritlösung (s. weiter unten). Wurzelbeschädigungen konnte Mach (Ber. Augustenberg **1907**) bereits bei Anwendung einer 0,05 v. H. Refloritlösung beobachten. Es ist versucht worden, diese üble Eigenschaft durch einen Zusatz von Kalk zu beseitigen. Dieser mit dem Namen Reflorit belegten Mischung ist ein Deutsches Reichspatent

(K. 25078/451) erteilt worden. Kulisch (Ber. Kolmar 1907/08) zeigte, daß das Reflorit gegen die in Weinbergen auftretenden Pilzkrankheiten unbrauchbar ist, und Burmester (a. a. O.) fand, daß es sich nicht zur Vernichtung der Sporen von Tilletia caries und Ustilago hordei eignet. Galerucella luteola nahm bei Versuchen von J. B. Smith (29. Jahresb. Neu-Jersey 1909) pikrinisierte Ulmenblätter nicht an, wohingegen Macrodactylus subspinosus ohne weiteres die mit Pikrinsäure benetzten Weinblätter fraß.

Naphtalin.

Das Naphtalin ist ein nach der Formel $C_{10}H_8$ gebauter Kohlenwasserstoff, welcher bei gewöhnlicher Temperatur und im gereinigten Zustande aus weißen in Alkohol und Äther löslichen, bei 70—80° C. schmelzenden, bei 100° sublimierenden, bei 218° C. siedenden, glänzenden Blättchen besteht. In Wasser ist der Stoff vollkommen unlöslich. Seine für pflanzenpathologische Zwecke wichtigste Eigenschaft besteht in dem Geruch, welcher das Mittel zur Vertreibung und zur Abhaltung von Insekten durch Vergällung des zu schützenden Pflanzenteiles brauchbar macht. Im geschlossenen Raume vermag das Naphtalin auch kleinere Niedertiere zu töten. Fungizide Leistungen sind bis jetzt von ihm nicht bekannt geworden. Zur Vertreibung von Bodeninsekten eignet sich das Naphtalin nicht, denn Aso (Bull. Coll. Agric. Tokyo 1907. 413) ermittelte, daß schon ein Zusatz von 0,05 v. H. Naphtalin zum Boden hinreicht, um das Wachstum höherer Pflanzen zu beeinträchtigen.

Innerlich:

Green (I. M. N. 1. 120) brachte Naphtalin 14 g (1/2 Unze) pro Kaffeebaum an die Wurzeln des letzteren in der Absicht, damit Lecanium viride von den Pflanzen zu vertreiben. Ein Erfolg war nicht zu bemerken.

Äußerlich:

Reines Naphtalin eignet sich zum Schutze lagernden Getreides vor dem Befall mit Insekten wie Tinea granella, Ephestia kühniella, Calandra granaria usw. Die Keimkraft der Samen wird durch das Mittel nicht beschädigt (Y. D. A. 1895. 585). Bei Getreide, welches für Müllereizwecke bestimmt ist, dürfte die Anwendung von Naphtalin sich jedoch verbieten. Das gelegentlich empfohlene Bestreuen der Rübenpflanzen mit Naphtalin als Schutz gegen die Aaskäferlarve, Silpha opaca, S. atrata u. a. muß als unzweckmäßig verworfen werden.

Gegen Heterodera schachtii erweisen sich nach Kühn (B. 3. 88) 10, 20 und 40 mg Naphtalin auf 1000 g Erde im Topfe als wirkungslos.

Viel häufiger als das reine Material sind die Gemische von Naphtalin mit anderen Stoffen und zwar teils Pulver, teils Brühen im Gebrauch. Solche sind:

Naphtalin-Kalkpulver:

Vorschrift (95):	10—15 v. H.	Rohnaphtalin,
	90—85 „	Pulver von Ätzkalk.

Verwendung: Zur Bestäubung des Kohles und anderer Kruziferen, als Präventiv gegen die Erdflöhe (Haltica), gegen die Larven des Spargelhähnchens (Lema asparagi), gegen Schnecken auf jungen Bohnen- und Kohlpflanzen.

Naphtalin-Schwefelpulver:

Die sogenannte Mischung Pradel besteht aus 90 v. H. Schwefelblume und 10 v. H. Naphtalin. Bei den Versuchen, welche mit diesem Gemisch gegen den Heu- und Sauerwurm angestellt wurden (R. P. **1894**. 222) stellte sich dessen Minderwertigkeit im Vergleich zu flüssigen Mitteln heraus.

Naphtalin-Benzinlösung:

Naphtalin ist im Wasser nicht löslich. Man hat deshalb versucht, durch Einführung des Naphtalins in Benzin eine Naphtalinbrühe von gleichmäßiger Beschaffenheit herzustellen. Strawson empfiehlt namentlich gegen Insekten auf dem Teestrauch 1 Teil Naphtalin und 8 Teile Benzin.

Das zarteste Blattwerk soll von dem Mittel nicht verletzt werden, 2 Stunden nach der Behandlung soll keine Spur von Geruch auf dem Laube mehr wahrnehmbar sein, ein Umstand, der gerade bei der Teepflanze von besonderer Bedeutung ist, andererseits aber gegen das Mittel, welches längere Zeit hindurch abschreckend wirken soll, spricht. Mohr (Z. f. Pfl. **1895**. 318) beurteilt die Brühe absprechend. Naphtalin löst sich nur in warmem Benzin und scheidet sich beim Erkalten ganz oder teilweise wieder aus, zudem soll die Brühe für Blatt- und Rindenparenchym schädlich sein.

β-Naphtol, $C_{10}H_7$ (OH).

Das Naphtol besitzt einen schwachen Geruch nach Karbolsäure und brennend scharfem Geschmack. Im Wasser ist es schwer löslich. Deshalb wird für pflanzenpathologische Zwecke von Mangin (J. a. pr. **1895**. I. 313—315) das Natriumnaphtolat, ein Salz, welches wasserlöslich ist, empfohlen. Auf die Pflanzen gebracht zersetzt sich dieser Stoff unter dem Einflusse der in der Luft enthaltenen Kohlensäure zu Naphtol und Soda. Der so gebildete Naphtolüberzug soll sehr fest auf den Blättern haften und selbst durch kräftige Regen nicht weggeschwemmt werden. Mangin hat auch das Verhalten einiger Pilze gegen Naphtollösungen studiert:

Bremia lactucae: Sporen werden getötet durch 5:10000, 1:10000, 5:1000000. Peronospora arborescens und P. effusa: Konidien keimen zum Teil noch in Lösungen von 1:10000. Uromyces aviculariae: Uredosporen keimen nicht in 5:10000, keimen teilweise in 1:10000. Heterosporium echinulatum: Sporen durch 1:10000 getötet. Nectria cinnabarina: Ascosporen und Konidien durch 1:10000 getötet.

Trotz dieser entschieden pilzwidrigen Eigenschaften glaubt Mangin, daß das Naphtol nur eine beschränkte Anwendung finden wird und zwar besonders für solche Fälle, in welchen es wünschenswert erscheint, die Pflanzen mit einem äußerlich nicht auffallenden Fungizid zu behandeln, also für den Gemüsebau, die

Blumengärtnerei usw. Die Sodanaphtolbrühe wurde von Dufour (Chr. a. 1895. Dezembernummer) gegen den falschen Mehltau an Reben, Plasmopara viticola de By, in Anwendung gebracht. Die Beseitigung des Schädigers gelang indessen nicht.

Bei der Herstellung und Verwendung des Natriumnaphtolates empfiehlt es sich, folgendes Verfahren einzuschlagen: 50 g Natriumnaphtolat werden in 1 l Wasser gelöst und in einer gut verkorkten Flasche als Vorratslösung aufbewahrt. Kurz vor dem Gebrauch ist je 1 l des letzteren mit 9 l Wasser zu verdünnen, wodurch 10 l einer ½ v. H. Natriumnaphtolatbrühe entstehen. Wünscht man dem Mittel einen Stoff zuzusetzen, welcher dessen Anwesenheit auf den Pflanzenteilen leicht erkennen läßt, so genügt es, etwas Mehl in dasselbe einzurühren.

Natriumnaphtolat verbrennt infolge seiner stark alkalischen Eigenschaften unter Umständen das Laub. Aus diesem Grunde zieht Mangin (J. a. pr. 1896. I. 749. 750) das neutrale Kupfer- und Eisennaphtolat vor.

Die Herstellung von Kupfernaphtolat erfolgt auf nachstehende Weise: a) 300 ccm Natronlauge von 36° B. mit 2—3 l Wasser verdünnen, auf etwa 80° (C.? R.?) erhitzen: 400 g reines β-Naphtol in kleinen Gaben allmählich unter Umschütteln hinzusetzen = β-Naphtolnatrium. b) 250 g Kupfervitriol in 5 l Wasser auflösen. Die erkalteten Lösungen a und b durcheinander mischen und auf 100 l Flüssigkeit verdünnen. Der hierbei entstehende Niederschlag ist außerordentlich fein, auf die Pflanze gebracht, bildet er fest haftende, völlig unschädliche graue Flecken.

Eisennaphtolat wird nach demselben Verfahren hergestellt. Von Eisenvitriol sind aber 270 g anzuwenden. Das Gemisch besitzt eine tiefgrüne, infolge von Oxydation bald in das rostbraune übergehende Färbung. Das Mittel ist dort vorzuziehen, wo die Pflanze an einem Eisenmangel leidet.

Kalknaphtolat: Ein Gemisch von Kalkmilch und Naphtolnatrium eignet sich besonders für widerstandsfähige Teile der Pflanzen, wie Stämme, Wurzeln, Äste. 1—1,5 kg Ätzkalk in 5 l Wasser zu Kalkmilch löschen und mit 5 l einer 5 v. H. β-Naphtolnatriumlösung versetzen, auf 25 l für Stämme, bezw. 100 l Brühe für zartere Pflanzenteile verdünnen.

Strychnin.

Das Strychnin ist ein in den Samen der Brechnüsse (Strychnos nux vomica) enthaltenes Alkaloid von der Zusammensetzung $C_{21}H_{22}N_2O_2$, welches im reinen Zustande kleine, weiße, harte, im Wasser schwer-, im kalten Weingeiste leichtlösliche Kristalle bildet. In der Pflanzenpathologie hat der Stoff bisher nur Verwendung zur Herstellung von Giftködern, vorwiegend für bodenbewohnende Nagetiere, also Feldmäuse, Mollmäuse, Präriehunde, Hamster usw. gefunden. Gelegentlich habe ich Brei von rohen Kartoffeln mit einem Zusatz von Strychnin gegen Drahtwürmer benutzt und damit günstige Erfolge erzielt. Die große Giftigkeit des Mittels steht seiner allgemeinen Anwendung entgegen. In den amerikanischen Präriestaaten werden die Nager durch Auslegen von Samen

(Mais, Weizen oder Kaffirkorn), welche mit der nachstehenden Mischung gut überkleidet worden sind, bekämpft.

Vorschrift (97):	Strychninsulfat	6 kg
	Melasse	100 l
	Wasser	100 l

Sofern die Keimkraft der Samen erhalten bleiben soll, sind letztere 48 Stunden lang in eine Lösung von 375 g Strychninsulfat auf 100 l Regenwasser einzutauchen. Ein ähnliches Verfahren hat Dearborn (U. S. Dpt. Agr. Bur. Biol. Survey. Circ. 78) gegen Calospermophilus lateralis, Citellus 13-lineatus pallidus, Eutamias quadrivittatus und Peromyscus maniculatus empfohlen. An Stelle der Melasse verwendete er geringe Mengen Saccharin und Stärke (auf 36 l Weizenkörner 2 Eßlöffel Stärke und 2 Teelöffel Saccharin). Als geeignetster Träger für das Strychnin wird von ihm gequetschter Hafer bezeichnet. Fulmek (W. L. Z. **1910**. 304) vernichtete die Mollmaus (Arvicola amphibius) durch Strychninhafer, welcher mit Fenchel- oder Kümmelöl besprengt worden ist.

Bei Anwendung von Strychninkörpern ist Sorge dafür zu tragen, daß Nutzvieh und jagdbare Tiere dieselben nicht fressen können.

Pyridinbasen.

Als Pyridinbasen wird eine Gruppe von basischen Körpern bezeichnet, welche bei der trockenen Destillation von stickstoffhaltigen Kohlenwasserstoffen, z. B. Dippels Tieröl entstehen. Reines Pyridin, eine farblose Flüssigkeit, welche mit Wasser, Alkohol, Äther und fetten Ölen mischbar ist, besitzt die Formel C_5H_5N und eine Dichte von 1,0033 sowie einen Siedepunkt von 116—118°. Für pflanzentherapeutische Zwecke eignet sich nur das billige Rohpyridin, wie es zur Vergällung von Spiritus benutzt wird. Als Erster hat wohl Moritz (A. B. A. 6. **1908**. 499) den Stoff für insektizide Zwecke herangezogen. Es gelang ihm, Wurzelläuse von Phylloxera vastatrix bei 23° durch 2—3 Minuten langes Eintauchen in Rohpyridin vollkommen zu vernichten. Nach ihm hat Danesi (A. A. L. **1911**. 1/2. 774) den Versuch unternommen, auch die Wintereier der Reblaus durch Behandlung mit Pyridinbasen zu zerstören. Während aber die Radicicolae bei 16—17° Luftwärme unter der zweistündigen Einwirkung einer 0,5 v. T. Pyridinlösung zugrunde gingen, blieb ein nennenswerter Teil der „Wintereier", selbst wenn sie bereits in der Entwicklung begriffen waren, unbeschädigt.

Sonst ist das Mittel nur noch in Form von Pyridinacetat durch Maisonneuve (R. V. 34. **1910**. 151) gegen den Rebenstecher (Rhynchites betuleti) angewendet worden, wobei sich 1,5 l einer 10 v. H. Pyridinacetatlösung auf 100 l Kupferkalkbrühe als fast ebenso wirksam wie Bleiacetat erwiesen. Ob das Mittel abhaltend oder vernichtend gewirkt hat, wird von ihm nicht weiter erörtert.

Petroleum.

Das Petroleum, welches an seinem Gestehungsorte in den Vereinigten Staaten in der rohen Form als Crude oil, in der gereinigten als Kerosin be-

zeichnet wird, bildet für sich allein schon ein sehr brauchbares Erstickungsmittel, in Vereinigung mit Seife zugleich auch ein wirksames Hautätzungsmittel. Es leistet wertvolle Dienste gegen alle freilebenden, weichhäutigen Niedertiere, im besonderen gegen Hemipteren. Die Verwendungsformen sind folgende:

a) **als Insektizid:**
1. unvermischtes Rohpetroleum,
2. Gemisch von Rohpetroleum mit Seife,
3. gereinigtes unvermischtes Petroleum,
4. gereinigtes Petroleum im Gemisch mit Wasser,
5. Emulsion von Petroleum mit Seifenlauge,
6. Emulsion von Petroleum mit Kalkmilch oder Kuhmilch,
7. Gemisch mit Sand, Erde, Mehl usw.,
8. Gemisch mit Harz.

1. Das Rohpetroleum, crude oil.

Das Rohpetroleum besteht aus einem Gemisch von schweren Ölen, Paraffin, Vaselin, Lampenpetroleum, Petroläther und Benzin in schwankenden Mengenverhältnissen. Selbst Rohpetroleumsorten, welche aus ganz nahe beieinanderliegenden Quellen stammen, können Unterschiede von 34,5—63,5° B. aufweisen (Bull. 146. Vers. Neu-Jersey). Ein Rohpetroleum italienischer Herkunft (Bull. Minist. Agric. Paris **1902**. 200) hatte nachfolgende Zusammensetzung:

Wasser	1,5	v. H.
Brennbares Petroleum . .	24,0	„
Fettes Öl	49,0	„
Bituminöse Stoffe	16,0	„
Analysenverlust	9,5	„

Das Rohpetroleum ist namentlich von J. B. Smith als Vertilgungsmittel für die San Joselaus (Aspidiotus perniciosus) in Vorschlag gebracht und mit gutem Erfolg verwendet worden. Woodbury (Bull. 138. Vers. Indiana. 75) hat bestätigt, daß sich das genannte Insekt mit dem Rohöl vollkommen vernichten läßt. Allerlings beobachtete er auch, wie viele Gegner des crude oil, gelegentlich Beschädigungen der Bäume. Nach Volck (Bull. 153. Kalifornien **1903**) sollen die beim Verspritzen von Rohpetroleum sich einstellenden Pflanzenbeschädigungen auf dem Eindringen leicht flüchtiger Bestandteile in die Spaltöffnungen und in die Gefäßbahnen beruhen. J. B. Smith (Bull. 178. Neu Jersey **1904**) hat nähere Untersuchungen über die Umstände, unter welchen derartige Übelstände eintreten, angestellt und bezeichnet darnach alle Rohpetroleumsorten von mehr als 42° B. bei 15,5° als unschädlich für eine bis zum Augenblick des Knospenaufbruches ausgedehnte Winterbehandlung der Bäume. Voraussetzung dabei ist die staubfeine Verspritzung des crude oil. Corbett (Bull. 70. Vers. West-Virginia) hat den Vorschlag gemacht, das in seiner Zusammensetzung so schwankende, gegen Aspidiotus perniciosus aber so gute Dienste leistende Rohpetroleum durch ein künstliches Gemisch seiner wirksamen Bestandteile Feinpetroleum und Vaseline zu ersetzen. Eingang hat der Vorschlag nicht gefunden. Günstige Erfolge wurden von

J. B. Smith (a. a. O.) auch gegen Chionaspis furfurus und Psylla pyri erzielt, während die Wirkung gegenüber Blattlauseiern eine unsichere war. Ebensowenig gelang es Cooley (J. e. Ent. Bd. 3. **1910**. 57) die Eier der Miesmuschelschildlaus (Lepidosaphes ulmi) auf Obstbäumen zu vernichten.

2. Verseiftes Rohpetroleum.

Yothers und Croßmann (Florida Grower. **1911**. Nr. 27. S. 7) stellten aus dem Rohpetroleum eine Verseifung her nach folgender

Vorschrift (98):	Rohpetroleum 24° B. . . .	200 l
	Walfischölschmierseife	100 l
	Wasser	100 l

und brachten sie gegen Aleyrodes, die White fly der Amerikaner, auf Zitronenbäumen zur Anwendung. Mit einer $1^1/_2$ v. H. Öl enthaltenden Verdünnung erzielten sie 98,5 v. H. tote Läuse.

3. Reines Lampenpetroleum.

Wie das rohe, so empfahl J. B. Smith (18. Jahresb. Neu-Jersey **1898**. 414) auch das unverdünnte gereinigte Petroleum zu pflanzentherapeutischen Zwecken und zwar nicht nur für ruhende, sondern auch für belaubte Bäume. Voraussetzung für das Ausbleiben von Beschädigungen bei den letzteren ist 1. eine möglichst hohe Entflammungstemperatur des verwendeten Petroleums, 2. eine überaus feine und nicht massige Benetzung des Laubes. Von dem Genannten Ende August ausgeführte Bespritzungen mit einem Petroleum von der Entflammungstemperatur 43,5° C. ergaben:

Sofortige Beschädigung: bei Felsengebirgskirschen Pyrus japonica, Pfirsiche, japanischer Walnuß.

Geringe im Laufe der Zeit aber zunehmende Beschädigungen: Bei Elaeagnus longipes, schwarzer Walnuß, Quitte (Champion), Kirsche (Montmorency) und Apfel (Staro Carlo).

Fast keine Beschädigungen: bei Pflaume, japanische Kastanie, Citrus trifoliata, Johannisbeere (Crandall) und Birne (Keiffer).

Die Eier von Psylla piricola werden nach Ermittelungen von Slingerland (Bull. 44. Versuchsst. Cornell-Universität) durch reines Leuchtpetroleum nicht vernichtet.

4. Gemische von Leuchtpetroleum mit Wasser.

Um die schädlichen Einflüsse des Petroleums auf den Pflanzenwuchs zu mindern und eine Ersparnis an Petroleum herbeizuführen, hat Goff die mechanische Mischung kleiner Mengen Petroleum mit Wasser vermittels einer eigens zu diesem Zwecke konstruierten Spritze eingeführt. Eine eingehende Beschreibung der letzteren hat Weed (Bull. 30. Versuchsst. Mississippi) geliefert. Marlatt (I. L. 7. 121) prüfte das Verfahren und gelangte zu dem Ergebnis, daß dasselbe unzuverlässig ist, weil der Apparat nicht unter allen Umständen ermöglicht, ein gleichförmiges Gemisch herzustellen, und weil das petroleumhaltende Wasser auf den Blättern zu dicken Tropfen zusammenläuft (vergl. Aldrich, I. L. 7. 114). Gould (Bull. 155. Ithaka, N.-Y. **1898**. 169) ermittelte, daß die Pfirsiche Petrol-

wasser von 20 v. H., Apfelbäume sogar von 50 v. H. Ölgehalt vertragen. Für die Mehrzahl der Pflanzen war eine 25 v. H. Petroleum enthaltende Mischung fast immer unschädlich. Beschädigungen machen sich namentlich an trüben, sonnenlosen Tagen bemerkbar.

5. Mischung von Petroleum mit Seifenlauge.

Nach Cruickshank (Gardeners Monthly. **1875**. 45, 24. Jahresb. Massachusetts 179) ist die seifige Petroleumemulsion seit 1870 bekannt.

Die Fähigkeit des Petroleums, mit Seifenlösung eine gleichmäßige, haltbare Masse zu bilden, ist zum ersten Male von dem Amerikaner Henry Bird der Öffentlichkeit bekanntgegeben worden. Zwei Jahre später (1877) hat Cooke (Bull. 58. Versuchsst. Michigan) das Mittel zum Gegenstand von Untersuchungen gemacht und ist er somit als der eigentliche Vater der Petrolseifenmischung anzusehen. Ursprünglich ist ausschließlich eine Lauge aus gewöhnlicher Hausseife verwendet worden. In neuerer Zeit werden auch Emulsionen mit Walfischöl, Schmierseife, Quillajarinde, Saponin usw. hergestellt. Mit Rücksicht darauf, daß das Petroleum abweichende Reinheitsgrade und die verschiedenen Seifen abweichenden Gehalt an Alkali und Fettsäure besitzen, erscheint die einheitliche Zugrundelegung von Materialien bestimmter Beschaffenheit dringend erwünscht, ebenso wie die Herstellung der Mischung nach einer einheitlichen Vorschrift. Als solche empfehle ich die folgende

Vorschrift (99):	Petroleum	200 l
	Hartseife (Oranienburger Kernseife) .	12,5 kg
	Wasser	100 l

Herstellungsweise: Die Seife in Schnitzel schneiden, über Nacht in dem Wasser aufweichen, schließlich über dem Feuer vollkommen auflösen; bis auf etwa 40° abkühlen lassen; dann abseits vom Feuer das (stubenwarme) Petroleum hinzuschütten; durch fortgesetztes Einsaugen von Seifenlauge und Herauspressen derselben in das Petroleum vermittels einer sogenannten Blumenspritze, eine sahnenartige, weiße Mischung von ganz gleichmäßiger Beschaffenheit herstellen.

Es gelingt auch aus kalter Seifenbrühe und Petroleum ein Mischprodukt herzustellen. Die Verbutterung geht hierbei indessen sehr langsam vor sich. Das entstehende Erzeugnis entspricht auch nur in unvollkommener Weise den Anforderungen bezüglich Gleichmäßigkeit der Masse und Haltbarkeit.

Von einer vollkommenen Petrolseifenemulsion wird gefordert, daß sie homogene Beschaffenheit besitzt, letztere auch längere Zeit nach ihrer Herstellung noch beibehält und sich ohne Schwierigkeit und ohne Abscheidung von Petroleum mit Wasser verdünnen läßt. Sondert sich nach langem Stehen am Boden der Mischung etwas Seifenlauge ab, so wird die Güte der Emulsion hierdurch nicht beeinträchtigt. Vor Verwendung bedarf es nur einer erneuten Durcheinandermischung durch einfaches Schütteln.

Verwendungsweise: Im allgemeinen gelangt die Petrolseifenbrühe in verdünnter Form gegenüber Schädigern auf belaubten Pflanzen zur Verspritzung. Bei der Verdünnung des Mittels ist zu beachten, daß durch hartes Wasser leicht Seife abgeschieden wird und daß damit auch eine Petroleumabscheidung verbunden

ist. Es darf somit nur weiches Wasser, am besten Regenwasser, abgekochtes Wasser oder ein durch Zusatz von etwas Soda weich gemachtes Wasser zur Verdünnung benutzt werden. Weiter ist zu beachten, daß das spritzfertige Mittel bis zu 6,6 v. H. Petroleum und nicht über 2,5 v. H. Seife enthalten darf. Besonders empfindlich sind Kürbisse, Melonen, Gurken und ähnliche Gewächse.

An Stelle der Hartseife ist von Yothers und Croßmann (a. a. O.) Walfischölschmierseife nach folgender Vorschrift benutzt worden:

Vorschrift (100):	Petroleum 30° B. .	4 Gewichtsteile
	Walfischölschmierseife .	2 „
	Wasser	2 „

Moutelier bevorzugt die Quillaja-(Panama-)Rinde und verwendet:

Vorschrift (101):	Petroleum	50 l
	Quillaja-Rinde . .	5 kg
	Wasser	100 l

Die Verwendung der Petrolseifenbrühe im besonderen.

Die vorliegenden Mitteilungen über die mit der Petrolseifenbrühe erzielten Ergebnisse leiden zum großen Teile darunter, daß ihnen irgend eine beliebige Mischung zugrunde liegt und daß bestimmte Angaben über den Seifen- sowie den Petroleumgehalt der angewendeten Brühe nicht gemacht werden.

Acarina.

Von Cotes (I. M. N. 3. 60) wird berichtet, daß Typhlodromus carinatus Green, ein Schädiger der Teesträucher, durch Petroleumbrühe zu vernichten ist. Gegen Tetranychus telarius auf Weinstöcken empfiehlt Rathay (Weinlaube **1894**. Nr. 9) eine Mischung von 1 l Petroleum und 1 kg Schmierseife auf 100 l Wasser.

Hemiptera.

Für nackte und bedeckte Läuse bildet die Petroleumbrühe ein wertvolles Spezifikum, indem sie deren Erstickung — eine Bekämpfung durch Magengifte ist ausgeschlossen — herbeiführt. Untersuchungen über die zweckmäßigste Art ihrer Verwendung sind namentlich von amerikanischen und italienischen Forschern angestellt worden.

Junge Kohlwanzen (Murgantia histrionica) werden, wie Murtfeldt (Bull. 26. D. E. 38) beobachtete, durch Petroleumbrühe getötet, ältere indessen nicht. Weed schlägt vor, dem Schädiger dadurch beizukommen, daß Senf oder Rettig zur Aufnahme der 1. überwinternden Generation zwischen den Kohl gepflanzt und die darauf versammelten Wanzen mit einer starken Emulsion ohne Rücksicht auf die Fangpflanze überbraust werden.

Marlatt empfiehlt eine 9fache Verdünnung gegen die den Weinblättern viel Schaden zufügenden Zikaden, Typhlocyba vitifex Fitch. Das Mittel ist in den Morgen- und Abendstunden oder an dunstigen, feuchten Tagen auf die Weinblätter zu spritzen, teils um die Zikaden unmittelbar zutreffen, teils um ihnen mittelbar beizukommen, wenn sie sich auf dem mit Petroleum überzogenen Weinlaub niederlassen (Y. D. A. **1895**. S. 402).

Eine 2 v. H. Brühe wurde von Slingerland (Bull. 44 der Versuchsstation d. Cornell-Universität) mit Erfolg gegen den Birnsauger, Psylla pyricola,

verwendet. Das Verfahren ist gleich nach Ausbruch des Laubes gegen die jungen Tiere zu richten, da ältere zu flüchtig sind, und vermag dann bis zu 90 v. H. der Schädiger zu vernichten. Die Eier wurden von einer 2 v. H. und selbst 3 v. H. Brühe nicht geschädigt.

Sehr widersprechend sind die Angaben über die gegenüber den Aphiden erzielten Erfolge. Die Eier der Blattläuse besitzen erhebliche Widerständigkeit gegen die Petrolseifenbrühe. Obwohl Gillette (J. e. Ent. Bd. 3. **1910**. 207) mit Aphideneiern besetzte Zweigstücke 3—4mal in Brühen mit 5—25 v. H. Petroleum eintauchte, vermochte er doch nicht zu einer Abtötung der Eier zu gelangen. Koebele erzielte mit 2,16 v. H. Seife und 2,66 v. H. Petroleum keine vollbefriedigenden Ergebnisse gegen Phorodon auf Pflaumenbäumen und in Hopfenanlagen. Das Mittel floß auf den Blättern zusammen und rief — wahrscheinlich unter Mitwirkung der Sonne — Brennflecken hervor. Eine Erhöhung der Seifenmenge um das Doppelte brachte keine Besserung. Auch Kulisch (Ber. Vers. Kolmar **1909/1910**. 55) berichtet von unbefriedigenden Wirkungen einer 0,5 v. H., 1 v. H. und 2 v. H. Petrolseife gegen Hopfenblattläuse und von Verbrennungen. Andererseits erzielte Alwood (Bull. 13. D. E. 38) mit 0,25 v. H. Seife und 4,2 v. H. Pelroleum gute Erfolge bei Kohlblattläusen und nach Hofer (Schweizerische Zeitschr. Obst-Weinbau **1903**. 210) gingen vollständig zugrunde Apfel- sowie Zwetschenblattläuse bei 2 v. H. Schmierseife und 1 v. H. Petroleum nach einigen Sekunden, Rosenblattläuse bei 1 v. H. Schmierseife und 0,5 v. H. Petroleum ebenfalls nach einigen Sekunden. Mit Ausnahme dichtbesetzter Blutlauskolonien erzielte Fleischer (Z. f. Pfl. **1896**. 14) gute Benetzung und sichere Vernichtung der Blattläuse durch 1. v. H. Petroleum und 2. v. H. Schmierseife bei Gegenwart von 1 v. H. Soda. Mit ihrer Walfischölseifen-Petrolbrühe erzielten Yothers und Croßmann (Florida Grower. **1911**. Nr. 27. S. 7) bei 2. v. H. Öl 99,2 v. H. tote Aleyrodes.

Sehr zahlreich sind die an Schildläusen unternommenen Versuche. Die günstigste Zeit für die Bekämpfung der Cocciden liegt unmittelbar nach dem Ausschlüpfen der Larven vor, weil diese zunächst kein Schild besitzen. Bei Freilandbetrieben müssen diese Bekämpfungsarbeiten jedoch über größere Zeiträume verteilt werden. Mit Rücksicht darauf, daß infolgedessen in der Hauptsache beschildete Läuse zu vernichten sind, läßt sich nur durch starke Brühen die gewünschte Wirkung erzielen, was wiederum die Beschränkung der Bekämpfumgsarbeiten auf die Zeit der Winterruhe zur notwendigen Folge hat.

Vor der Einführung der Schwefelkalkbrühe spielte die Petrolseifenbrühe eine große Rolle namentlich bei der San Joselausbekämpfung. J. B. Smith (I. L. 7. 167) fand die fünffache Verdünnung einer nicht näher bezeichneten Petroleumemulsion, vermutlich Petroleum : Seife : Wasser = 200 l : 6 kg : 100 l für hinreichend zur Vernichtung aller Formen von Aspidiotus perniciosus, während die 11—15fache Verdünnung unvollkommen wirkte.

Howard (I. L. 7. 293) beobachtetete nachstehende Wirkungen auf Aspidiotus perniciosus, die San Jose-Schildlaus:

Reine Emulsion	= 90 v. H.	der Läuse vernichtet	
1 Teil Petrolseife, 1 Teil Wasser	= 80 „	„ „	„
1 „ „ 2 Teile „	= 50 „	„ „	„
1 „ „ 3 „ „	= 30 „	„ „	„
1 „ „ 4 „ „	= nur geringer Prozentsatz		„
1 „ „ 6 „ „	= noch geringere Menge		„

Etwas eingehender noch beschäftigte sich Marlatt (I. L. 7. 371) mit dem gleichen Gegenstande und kam bei Pfirsichbäumen zu nachstehendem Ergebnisse:

unverdünnte Emulsion, Dezember: Bis auf wenig Exemplare alle Schildläuse tot. Bäume schwer beschädigt.

unverdünnte Emulsion, Januar: 100 v. H. der Schildläuse tot. Bäume ebenfalls.

1 Teil Wasser, 1 Teil Petrolseife, Dezember: 98 v. H. der Schildläuse tot. Bäume erhalten. Blätter und Früchte normal.

1 Teil Wasser, 1 Teil Petrolseife, Januar: 95 v. H. der Schildläuse tot. Bäume erhalten. Blätter und Früchte normal.

2 Teile Wasser, 1 Teil Petrolseife, Dezember: 50 v. H. der Schildläuse tot. Bäume erhalten. Blätter und Früchte normal.

2 Teile Wasser, 1 Teil Petrolseife, Januar: 75 v. H. der Schildläuse tot. Bäume erhalten. Blätter und Früchte normal.

3 Teile Wasser, 1 Teil Petrolseife, Dezember: 30 v. H. der Schildläuse tot. Bäume erhalten. Blätter und Früchte normal.

3 Teile Wasser, 1 Teil Petrolseife, Januar: 75 v. H. der Schildläuse tot. Bäume erhalten. Blätter und Früchte normal.

4 Teile Wasser, 1 Teil Petrolseife, Januar: geringer Erfolg.

6 Teile Wasser, 1 Teil Petrolseife, Januar: geringer Erfolg.

Zu berücksichtigen ist hierbei, daß der Pfirsichbaum zu den gegen Petroleum besonders empfindlichen Gewächsen gehört.

Als zur Vertilgung mit Petroleumseifenbrühe geeignet werden sonst noch genannt: Mytilaspis citricola Pack (Purpur-Schildlaus), M. gloveri Pack, M. flavescens Targ. Tozz., Parlatoria pergandei Comst., Aspidiotus ficus Ashm. (rote Florida-Schildlaus), A. aurantii Mask. (rote California-Schildlaus), Chionaspis citri Comst. (Orange-Schildlaus), Ch. evonymi, Ch. furfurus, Ch. theae Mask. (Tee-Schildlaus), Icerya purchasi Mask. (gekehlte Schildlaus), Diaspis lanatus, Dactylopius citri Targ. Tozz., Asterodiaspis quercicola Bouché.

In Indien und auf Ceylon hat sich nach Morris (I. M. N. 1. 49. 113) eine 9malige Verdünnung einer Mischung aus 2 Teilen Petroleum und 1 Teil Seifenlösung (3—12 kg Seife auf 100 l Wasser) gegen Lecanium viride auf dem Kaffeestrauch bewährt.

Diptera.

Ein amerikanischer Landwirt Zimmer (I. L. 1. 15) spricht sich sehr günstig über die Wirkung einer Petroleumseifenbrühe mit 0,5 v. H. Seife und 16,6 v. H. Petroleum gegen die Kohlfliegenmade (Anthomyia brassicae) aus. Mit der

nämlichen Mischung erzielte Schöyen (Z. f. Pfl. **1896**. 31) gute Erfolge gegen die Möhrenfliege (Psila rosae).

Lepidoptera.

Kohlraupen (Pieris rapae) verhalten sich nach Alwood (Bull. 13. D. E. 38) sehr widerständig gegen Petrolseifenbrühe, denn eine 1,3 v. H. Seife und 22,2 v. H. Petroleum enthaltende Mischung soll nur 75 v. H. der Raupen getötet haben. Stärkere Brühen werden von der Kohlpflanze nicht ertragen. Dahingegen spricht sich Anderson (I. L. 1. 27) sehr günstig über die Leistungen des Mittels gegenüber den Kohlraupen aus. Bei meinen Spritzversuchen war der Erfolg mit einer 0,7 v. H. Seife und 11 v. H. Petroleum enthaltenden Brühe ein sehr guter, sofern die Bespritzung mit reichlichen Mengen unter starkem Druck vorgenommen wurde. Schwammspinnerraupen (Liparis dispar L.) werden wie Berlese (R. P. 1. 18) zeigte, durch eine 5 v. H. Petrolemulsion von leider nicht genannter Zusammensetzung vollkommen vernichtet. Gegen die Gammaraupe (Plusia gamma L.) empfahl Prinse (Z. f. Pfl. **1894**. 220) ein Gemisch von 2 l Petroleum mit 100 l einer 1 v. H. Seifenlösung in der Menge von 1000 l auf 1 ha. Als unbrauchbar sind nach Versuchen von Mally (Bull. 29. D. E.) Petroleumseifenbrühen in Verdünnungen von 4, 6, 13 und 19 ½ v. H. gegen Heliothis armiger Hübn. erkannt worden. Ebenso ruft eine 15fache Verdünnung den Tod von Graseulenraupen (Charaeas graminis L.) nicht mit Sicherheit herbei. (Reuter, Mitt. des Ackerbauministeriums in Finnland Nr. 8. Helsingfors **1895**, ref. Z. f. Pfl. **1895**. 178). Conchylis ambiguella Hübn., der Heu- und Sauerwurm, wird nach Zechini und Silva (St. sp. 24. **1893**. 357) durch eine aus 5 l Petroleum, 1 kg Seife und 96,5 l Wasser bestehende Brühe sicher vernichtet. Diese Brühe wirkt indessen auf das Weinlaub nachteilig ein. Die Puppen der Gespinstmotte (Hyponomeuta malinella Zell.) lassen sich nach Berlese (I. a. 28. **1891**. 305) durch die Besprengung mit einer 10 v. H. Emulsion vernichten.

Hymenoptera.

Ohne Erfolge blieb Schöyen (Z. f. Pfl. **1893**. 268) bei Lophyrus rufus auf Pinus sylvestris und P. maritima, während Bos (F. Z. **1895**. 175) von sehr günstigen Erfolgen gegen L. rufus und L. pini an den Weymouthskiefern und verschiedenen anderen ausländischen Pinusarten berichtet. Je jünger die Afterraupen sind, um so besser gelingt naturgemäß ihre Vernichtung.

Coleoptera.

Von günstigen Erfolgen gegen Engerlinge auf Grasland (Lachnosterna, Allorhina nitida) und in jungen Fichten sowie Kiefernpflanzungen (Melolontha hippocastani) berichten Perkins (ref. Z. f. Pfl. **1894**. 277), Alwood (I. L. 1. 48) und Schöyen (Z. f. Pfl. **1893**. 167). Sajo, welcher mit Polyphylla fullo zu tun hatte, glaubt, daß bei einer Bodendurchtränkung mit verdünnter Petrolseifenbrühe nur die in den oberen Schichten befindlichen Schädiger getroffen werden. Gegen die an den Wurzeln der Rebe sich aufhaltenden Larven von Fidia viticida empfahl Marlatt (Y. D. A. **1895**. 392) 4—8 l einer 9mal verdünnten Petroleumseifenbrühe (Vorschrift 99) in eine Aushöhlung um den Rebstock zu bringen und nach einer Stunde reichliche Mengen Wasser aufzugießen.

Ohne Wirkung blieb das Mittel nach Horvath (ref. Z. f. Pfl. **1893**. 454) gegen die Larven des roten Rapskäfers (Entomoscelis adonidis) und nach Comstock (Bull. 33. Vers. Cornell-Universität) gegen die Drahtwürmer.

6. Mischungen von Petroleum mit Kalkmilch und Kuhmilch.

Galloway (I. L. 7. 128) hat gefunden, daß 1 Teil dicke Kalkmilch mit 5—30 Teilen Petroleum eine Emulsion gibt. Dieselbe läßt sich leicht herstellen, nicht so gut wie Petroleumseife verteilen und besitzt auch geringere Haltbarkeit wie diese. Dahingegen eignet sie sich als Zusatz zu den Arsenbrühen. Blattläuse auf Wein, Rosen, Kirschen, Himbeeren wurden von Galloway ohne Nachteil für die Pflanzen mit Petroleumkalkbrühe entfernt. Eine Mischung, welche ich aus 300 ccm ½ v. H. Kalkmilch und 500 ccm Petroleum herzustellen versuchte, gab ein nur unvollständig verbuttertes und sehr leicht wieder in seine einzelnen Bestandteile zerfallendes Produkt.

Eine aus Petroleum, feinstem gelöschtem Magnesiumkalk und Wasser hergestellte Mischung gelangt unter der Bezeichnung „Limoid" in den Handel. Ihre Verwendung scheint in neuerer Zeit stark zurückgegangen zu sein.

Cooke berichtet (Jahresber. **1891** der Versuchsst. Michigan. S. 236), daß Barnard die Fähigkeit der Kuhmilch, mit Petroleum eine butterartige Masse zu geben, entdeckt hat. Nach dem Jahrbuch 1895 S. 585 des amerikanischen Ackerbauministeriums besteht das Mittel aus 200 l Petroleum, 25 l saurer Milch und 100 l Wasser.

Die Emulsion kann ohne Nachteil für die Gleichförmigkeit der zu erzeugenden Brühe mit hartem Wasser verdünnt werden, was bei der Petroleumseife nicht ohne weiteres der Fall ist. Andererseits gestattet die Petroleummilchemulsion eine längere Aufbewahrung nicht, da sie die Neigung besitzt, in Gärung überzugehen. Cooke bezeichnet sie sogar als pflanzenschädlich.

In 9facher Verdünnung auf die Eier des Birnsaugers, Psylla piri, gebracht, tötete die Petroleummilchbrühe nur 30—50 v. H. der Eier, während 50 v. H. zur Ausbildung gelangten. Bei 7facher Verdünnung blieben noch 25 v. H. der Eier entwicklungsfähig (Marlatt, I. L. 7. 183). Sorauer (Z. f. Pfl. **1893**. 207) empfahl eine Brühe aus 2 Teilen Petroleum, 1 Teil Milch und 20 Teilen Wasser gegen die Zwergzikade, Jassus sexnotatus Fall. Diese Brühe hat sich, wie Frank mitteilte (Z. f. Pfl. **1894**. 337), gegen den genannten Schädiger bewährt.

7. Gemisch von Petroleum und Sand, Erde und Mehl.

Von Bos (Z. f. Pfl. **1894**. 149) ist gelegentlich auch der Stubensand als Träger und Verdünnungsmittel für das Petroleum benutzt worden und zwar 4 l Sand auf 1 l Petroleum. Die sorgfältig durcheinander gemischten Substanzen sind auf die von Erdflöhen, Rapskäfern usw. befallenen Pflanzen zu streuen. Mit 1 l Petroleum auf 4 l Sand lassen sich 25 qm Feldfläche behandeln. Auf diese Weise können die Schädiger 5—10 Tage von Raps, Rübsen, Wasserrüben usw. ferngehalten werden, nach dieser Zeit stellen sie sich jedoch wieder ein.

Husson verwendete ein Gemenge von 1 l Petroleum zu 40 l Erde als Mittel gegen die Engerlinge, indem er die Petroleumerde über die befallenen Ackerteile verstreute und einkrümmerte (Ref. in Jb. Z. **1870**. 61).

Als Mittel zur besseren Verteilung des Petroleums in Wasser hat Macoun (Ber. Experimental Farms. Canada **1907**. 97) das Mehl in Vorschlag gebracht. Für eine derartige Brühe gibt er die Vorschrift (Ber. Experimental Farms. Canada **1910**):

Vorschrift (102):

Petroleum	12,5 l
Mehl	16,6 kg
Wasser	100 l

Herstellung: Zunächst Petroleum und Mehl gut miteinander verrühren, alsdann 40 l kochendes Wasser hinzusetzen und 5 Minuten lang mit dem Petroleum durcheinanderarbeiten, schließlich den Rest des Wassers hinzufügen. Das Mittel ist vor dem Gebrauche zu verdünnen. Eine 11 v. H. Petroleum enthaltende Brühe vernichtete fast alle Blattläuse, ohne daß dabei eine Beschädigung des Blattwerkes eintrat.

8. Mischungen des Petroleums mit Harz.

Vermutlich in der Absicht, dadurch eine Steigerung der Wirkung herbeizuführen, wurde von Smith (19. Jahresber. Neu-Jersey **1899**. 429) vorgeschlagen, dem Petroleum Harz zuzusetzen. 100 l Petroleum lösen 48 kg Harz. Das Mittel dringt leicht unter die Schilde von Aspidiotus perniciosus. Gleichwohl hat es sich nicht einzubürgern vermocht.

b) Als Fungizid.

Die Petroleumbrühe hat gelegentlich auch ganz gute Dienste als Fungizid geleistet. So berichten Halsted und Kelsey (23. Jahresber. Neu-Jersey **1903**. 415), daß es ihnen gelungen ist, mit einer Brühe aus 3 l Petroleum, 200 g Hartseife und 100 l Wasser durch häufig wiederholte Bespritzungen Phlox drummondi und Verbena in Gewächshäusern soweit von Mehltau freizuhalten, daß die Pflanzen fähig zur Blütenbildung waren. Welcher Art hierbei die Wirkung des Petroleums gewesen ist, bedarf noch der Aufklärung.

Ergänzungen der Petrolseifenbrühe.

Zu verschiedenen Malen ist der Versuch unternommen worden, die Wirksamkeit der Petrolseifenbrühe durch Zusatz fungizider oder auch insektizider Mittel zu erhöhen, ohne daß die in dieser Beziehung gemachten Vorschläge aber Anklang gefunden haben.

Einen Zusatz von Schweinfurter Grün und Kupferkarbonat empfahl Brunk (4. Jahresb. Versuchsst. Maryland. 386) und gab folgende Vorschrift dafür.

Vorschrift (103):

Petroleum	50 l
Lenoxseife	7 kg
Kupferkarbonat . . .	4 „
Schweinfurter Grün .	750 g
Wasser	100 l

Die Seife in 100 l Wasser lösen, das mit wenig Wasser angerührte Kupferkarbonat und Schweinfurter Grün hinzufügen, mischen, schließlich Petroleum dazusetzen und durcheinander arbeiten.

Über die Mischung von Petrolseifenbrühe mit Kupferbrühen stellte Hollrung (L. J. 28. **1899**. 593) Untersuchungen an, denen zu entnehmen ist, daß seifige Petroleumemulsion nur mit Kupferkalkbrühe vereinigt werden kann, während sie die Mischung mit reiner Kupfervitriollösung, Kupferammoniaklösung, Kupferkarbonat-(Burgunder-) und ammoniakalischer Kupferkarbonatbrühe nicht verträgt. Als ein geeignetes gegenseitiges Mengungsverhältnis bezeichnet er 1 v. H. Kupfervitriol, 0,5 v. H. Ätzkalk (bezw. 1 v. H. Fettkalk) und 2—6 v. H. Petrolseifenbrühe (Vorschrift 99). Der Gehalt von 6 v. H. Petrolseifenbrühe schadete selbst verhältnismäßig zartem Laubwerk nicht.

Paraffinöl.

Als Paraffinöl, auch flüssiges Paraffin, Vaselinöl werden die hoch (360° C.) siedenden Bestandteile des Rohpetroleums bezeichnet. Mit Seife gibt dasselbe Emulsionen. Ob letztere gegenüber den Petroleumbrühen aber wesentliche Vorteile aufzuweisen haben, erscheint zweifelhaft. Das Paraffinöl wird mit Vorliebe in England als Grundstoff für Bekämpfungsmittel verwendet. Gleich dem Petroleum besitzt es sowohl hautätzende als erstickende Eigenschaften. Wie Newstead (J. B. A. Bd. 15. 195) mitteilte, leistet Paraffinbrühe befriedigende Dienste gegen Lecanium. Er benutzte folgende Mischung:

Vorschrift (104):	Paraffinöl	6 l
	Ätzsoda	2,4 kg
	weiche Seife	0,6 „
	Wasser	100 l

Gegen Chermes empfiehlt Mac Dougall (J. B. A. Bd. 16. **1909**. 441) eine Mischung aus 2,5 l Paraffinöl, 6,5 kg Schmierseife und 100 l Wasser. Schmierseife in 10 l Wasser lösen, Paraffinöl dazu gießen, zu Emulsion verarbeiten, restliche 90 l Wasser hinzufügen.

Sehr günstige Ergebnisse erzielten Yothers und Croßmann (Florida Grower **1911**. Nr. 27. S. 7) mit den folgenden zwei Brühen gegen Aleyrodes:

Vorschrift (105):	Paraffinöl (Diamondöl) 28° B.	3 „
	Walfischölseife	2 Teile
	Wasser	1 „

Eine 1½ v. H. Öl enthaltende Verdünnung vernichtete 97,6 v. H., eine 2 v. H. 99,7 v. H. der Läuse.

Vorschrift (106):	Paraffinöl (junior Red Engine Oil) 25° B.	3 Teile
	Walfischölseife	2 „
	Wasser	1 „

Durch eine 1½ v. H. enthaltende Verdünnung wurden 100 v. H. der Läuse getötet. Für Sommerbehandlungen darf über 1 v. H. Öl nicht hinausgegangen werden. In Australien wird neuerdings ein „Red oil“ häufig zur

Insektenvertilgung verwendet. Vermutlich liegt der nämliche Grundstoff vor, wie in letztgenannter Vorschrift.

Benzin.

Das Benzin wird sowohl aus dem Steinkohlenteer, wie auch aus dem Petroleum gewonnen. Im letzteren Falle besitzt es einen Siedepunkt von 130 bis 180°. Aus Steinkohlenteer hergestellt, wird es als Benzol bezeichnet. Der Siedepunkt des letzteren liegt bei 80—84°. Es ist etwas teurer wie das Petroleumbenzin, ohne besondere Vorzüge diesem gegenüber zu besitzen. Hieraus erklärt sich, weshalb für pflanzenpathologische Zwecke gewöhnlich das billigere Benzin Verwendung findet. Letzteres ist in Äther, Ölen und Schwefelkohlenstoff löslich.

Im reinen Zustande wird das Mittel sowohl gegen Bodeninsekten wie auch gegen oberirdisch lebende Niedertiere verwendet. Nach Alwood (Bull. 13. D. E. 43) tötet Benzin Insekten nur dann, wenn es in kräftigen Mengen angewendet wird. Die durch dasselbe den Blättern zugefügten Beschädigungen sind weniger bedeutend als von vornherein zu erwarten ist. Es gelang Alwood Läuse auf Kohl, sofern sie genügend mit Benzin benetzt wurden, zu zerstören. Der Kartoffelkäfer, der Tomatenwurm (Protoparce celeus Hübn.) und der Gurkenkäfer (Diabrotica vittata Fab.) blieben dagegen unberührt. Auch Slingerland berichtet von Mißerfolgen mit Benzin gegen Psylla pyricola (Bull. 44. Cornell-Universität, Ithaka). Dahingegen empfiehlt das Jahrbuch des Ackerbauministeriums in Washington den Stoff gegen Tinea biselliella Hum. und Anthrenus scrophulariae.

Zur Vertilgung von Bodeninsekten ist das Benzin des öfteren benutzt worden, allerdings vielfach mit bestrittenem Erfolge. Während französische Forstbeamte angeben, daß sie durch 3 g Benzin für 1 qm Fläche alle Engerlinge vernichten konnten, berichtet Schäffer-Cladow (D. L. Pr. **1896**. Nr. 82), daß er selbst mit 36 g Benzin auf 1 qm die Maikäferlarven nicht vollkommen zu beseitigen vermochte. Pucich (Österr. Forst-Ztg.; D. L. Pr. **1897**. Nr. 72) wiederum hatte bei 10 kg Benzin auf 1100 qm die erwünschten Erfolge und gleich günstig urteilt Bos (Z. f. Pfl. **1898**. 42. 46. 113) über das Mittel, soweit es sich um die Vertilgung bodenlebiger Entwicklungsstände von Agrotis, Tipula und Melolontha handelt. Einjährige Kiefern erhielten 3 ccm auf die 70 cm voneinander entfernten Spritzstellen. Für 160 qm Lupinen mit einjährigen Engerlingen wurden 500 ccm Benzin in den Boden gebracht. Hafer und Sommerweizen litten bei einer derartigen Behandlung, sobald als die Entfernung des Einspritzloches von der Pflanze weniger als 1 cm betrug. Drahtwürmer und Otiorrhynchuslarven erwiesen sich dabei als sehr widerstandsfähig.

Diese im einzelnen sehr voneinander abweichenden Ergebnisse finden ihre Erklärung offenbar in der verschiedenartigen Durchdringbarkeit der jeweilig in Frage kommenden Böden.

Seifige Benzinbrühen werden mit einem Gehalte von 1—2 v. H. Benzin, 1—3 v. H. Seife und gelegentlich mit einem Alkoholzusatz von etwa 0,5 v. H.

ganz nach Art der Petrolseifenbrühe hergestellt. Bisher wurden namentlich damit behandelt die Larven von Conchylis, Eudemis und Tingis pyri.

Der Preis des Benzins beträgt (E. Merck, Preisliste 1913) 0,95 M für 1 kg gegenüber 0,70 M für 1 kg Schwefelkohlenstoff. Hieraus geht hervor, daß die Vernichtung von Niedertieren des Bodens zweckmäßiger durch das letztgenannte Mittel erfolgt.

Oxychinolinsaures Kalium (Chinosol), $C_9H_6N. OSO_2K$.

Dieser Stoff ist von Schaffnit (L. Jb. **1912**) als Mittel zur Befreiung der Getreidesamen von Fusarium nivale in Vorschlag gebracht worden. Er entfaltet bereits bei einer Verdünnung von 1:1000 eine befriedigende Wirksamkeit, welche darauf beruhen soll, daß er mit den Eiweißstoffen Verbindungen — keine Niederschläge wie die Metallsalze — eingeht. Der Einfluß auf die Keim- und Triebkraft wird aus nachstehenden Angaben ersichtlich.

Ohne Verquellung	5 Minuten		15 Minuten		60 Minuten	
	Keimkraft	Triebkraft	Keimkraft	Triebkraft	Keimkraft	Triebkraft
0,1 v. H. . . .	99,5	96,2	—	—	—	—
0,25 „ . . .	99,5	95,8	—	—	—	—
0,5 „ . . .	99,5	96,2	—	—	—	—
1,0 „ . . .	97,5	93,0	99,8	95,0	99,2	91,0
2,0 „ . . .	—	—	—	—	98,2	89,5
4 Stunden vorgequellt	5 Minuten		15 Minuten		30 Minuten	
0,1 v. H. . . .	99,8	91,8	99,2	87,2	98,2	76,8

Hiernach muß es fraglich erscheinen, ob die Chinosollösung selbst in der geringen Stärke von 0,1 v. H. ein geeignetes Beizmittel für vorgequellte Samen bildet. Trockene Saat ist jedenfalls sehr viel weniger empfindlich.

Schaffnit gibt an, daß 100 g Chinosolpulver, gelöst in 100 l Wasser für 5000 kg Getreide hinreichen. Er hält somit eine einfache Benetzung durch Überbrausung für ausreichend. Eiserne Beizgefäße sind zu vermeiden. Hühner, Rinder usw. können ohne Nachteil die mit Chinosol behandelten Samen fressen. Das Preisverzeichnis 1913 von E. Merck berechnet 100 g Chinosolpulver mit 6,60 M.

Physikalische Mittel.

Die Nutzbarmachung physikalischer Kräfte für die Zwecke der Pflanzentherapie hat bisher erst einen bescheidenen Umfang erreicht. Eine eingehendere Untersuchung der in Frage kommenden Faktoren würde aber gewiß noch zur Ausfindigmachung verschiedener Verfahren hinführen, mit denen eine sichere und vorteilhafte Vernichtung der Erreger von Pflanzenkrankheiten und Pflanzenbeschädigungen zu erzielen wäre.

Die gegenwärtig bekannten Bekämpfungsverfahren stützen sich auf die Wirkungen der Wärme bezw. der Kälte, des Lichtes bezw. des Lichtmangels und der Elektrizität.

Die Wärme.

Die vernichtende Kraft genügend hoher Wärme- und Kältegrade auf Lebewesen ist genugsam bekannt. Sie macht sich gegen die Pflanze aber nicht minder geltend wie gegen ihre Parasiten. In allen Fällen müssen die getroffenen Maßnahmen deshalb die Eigenschaft besitzen, daß sie zwar für den Krankheitserreger, nicht aber für die bedrohte Pflanze tödlich sind. Verhältnismäßig am leichtesten ist diese Vorbedingung zu erfüllen, wenn es sich um ruhende Pflanzen oder Pflanzenteile wie Früchte, Samen, Steckholz, Knollen usw. handelt. Die lebende, in voller Vegetation befindliche Pflanze bildet kein so geeignetes Objekt zur Nutzbarmachung hoher Wärme- und Kältegrade. Eine Ausnahme liegt nur dort vor, wo es gleichgültig ist, ob die von Insekten bezw. Pilzen besetzte Pflanze gleichzeitig mit dem Schädiger vernichtet wird oder nicht.

Die erforderliche Wärmewirkung wird erzielt 1. durch offenes Feuer, 2. durch trockene Wärme, 3. durch feuchte Wärme.

Offenes Feuer.

Die Vernichtung von Lebewesen durch die Feuerflamme ist ein altes Rüstzeug der Acker- und Obstbau treibenden Völker. Der Fellache wirft heute noch die Saat, aus welcher er Mohrenhirse erzeugen will, durch große offene Feuer hindurch, um auf diesem Wege den Brand von den Mohrenhirsepflanzen fernzuhalten. Und die Indier vernichten noch heute Heuschrecken dadurch, daß sie

unter Schreien und Johlen diese Insekten in hellbrennende Feuer hineintreiben. Nach einer Mitteilung von Gaßner wird heute noch in Uruguay offenes Feuer zur Heuschreckenvertilgung angewendet und zwar in der Weise, daß die mit den unbeflügelten Larven besetzten Grasflächen einfach angezündet werden. Wie Froggatt (A. G. N. **1909**. 764. 949) berichtet, wird ein ähnliches Verfahren auch in Australien geübt. Ein weiteres Beispiel bildet das von Headlee (Circ. 16. Kansas **1910**) empfohlene Abbrennen der Andropogon scoparius-Grasbüschel, in welche sich die Tschinschwanzen (Blissus leucopterus) zum Zwecke der Überwinterung zurückzuziehen pflegen. Ein Seitenstück zu diesen ziemlich rohen Verfahren ist die Raupenfackel, welche, besonders im Obstbau, gegen die in Gespinsten beieinander lebenden Raupen des Ringelspinners (Gastropacha neustria), des Goldafter (Euproctis chrysorrhoea), der Gespinstmotte (Hyponomeuta) und in Weinbaugegenden gegen Conchylis sowie Eudemis noch gegenwärtig Verwendung findet (R. V. 35. 154). Voglino (Osservatorio fitopat. Turin. Flugbl. 4) empfahl die Raupenfackel zur winterlichen Vernichtung der am Stamme der Maulbeerbäume sitzenden Diaspis pentagona. Im großen und ganzen wird das Verfahren nicht mehr allgemein ausgeübt, wobei jedenfalls der Beweggrund eine Rolle spielt, daß die Raupenfackel an belaubten Pflanzen leicht Verbrennungen hervorruft, für ruhende Pflanzen aber keinerlei Vorteile gegenüber den weit sicherer wirkenden insektiziden Spritzmitteln bietet. Von Forbes (Bull. 89. Illinois **1903**. 145) ist zwar noch einmal der Versuch unternommen worden, das Gerät wieder zu einigem Ansehen zu bringen, einen Erfolg dürften diese Bemühungen jedoch nicht haben. Genannter muß selbst zugeben, daß die Raupenfackel in der Hand Unwissender oder Ungeschickter ein mehr schadendes als nutzenstiftendes Werkzeug sein kann. Seine Versuche haben auch gelehrt, daß die Raupenfackel unbrauchbar ist gegen die San Joselaus (Aspidiotus perniciosus), den Baumwollrüsselkäfer (Anthonomus grandis), Bärenraupen (Arctia caja) und Grasmotten (Crambus). Gleichwohl hält er ihre Empfehlung zur Vernichtung bestimmter Hemipteren z. B. Kohlwanzen aufrecht.

Trockene Wärme.

Die Wirkung der trockenen Wärme auf Insekten und Pilze kann eine mittelbare oder unmittelbare sein. Die mittelbare Wärmewirkung tötet die Schädiger nicht, sondern führt letztere nur in einen sie anderweitigen tödlichen Einflüssen aussetzenden Entwicklungszustand über. Ein Beispiel hierfür bildet der Samenkäfer (Bruchus spp.). Werden die mit ihm behafteten Samen im gesackten Zustande während des Winters in warme Räume gebracht, so treten die Käfer alsbald in die Weiterentwicklung ein, sie durchbrechen die Samenschale, und müssen alsdann nach dem Zurückbringen der Samen in winterkalte Speicherräume teils infolge der Kälte, teils an Nahrungsmangel zugrunde gehen.

Über eine anderweitige Form der mittelbaren Schädigung von Insekten durch Wärme berichtete Dewitz (Naturw. Zeitschr. Forst- u. Landw. **1912**. 540). Die Fliege Calliphora erythrocephala erholt sich von der 15 Minuten langen Einwirkung einer Wärme von 40—41° anscheinend zwar vollkommen, ein Fortgang in der Weiterentwicklung findet jedoch nicht mehr statt. Ähnliche Vorgänge

spielen sich wahrscheinlich auch bei der natürlichen Zerstörung der in den Kapseln der Baumwollstaude sitzenden Larven von Anthonomus grandis ab.

Weit häufiger leistet die trockene Wärme Dienste durch unmittelbare Vernichtung von Insekten und Pilzen. Dann und wann übernimmt die Hitze des freien Weltenraumes die Rolle eines Vertilgungsmittels gegenüber pflanzenschädlichen Tieren und Pilzen. Beispielsweise unterliegen nach Versuchen von Dewitz (a. a. O.) die jungen Raupen sowie die in der Entwicklung begriffenen Eier von Conchylis ambiguella und Oenophthira pilleriana sowie Eudemis botrana einer 5—19 Minuten langen Wärmewirkung von 45°, bei 40° und 15 Minuten werden nur einzelne junge Raupen getötet. In der Natur der Dinge liegt es, daß derartige Leistungen im allgemeinen aber auf den geschlossenen Raum beschränkt bleiben müssen.

Die älteste bekannte Maßnahme dieser Art ist das in England schon seit mehr als hundert Jahren geübte Verfahren des „kilm drying" des Weizens als Mittel zur Brandverhütung. Ob der hierbei erzielte Erfolg lediglich auf die Abtötung der dem Weizenkorn anhaftenden Brandsporen oder nicht, zum Teil wenigstens, auch auf physiologische Veränderungen innerhalb des Saatkornes zurückzuführen ist, bildet eine noch offene Frage. Tatsache ist es, daß Getreidesamen längere Zeit hindurch die Einwirkung von hochgradiger trockener Hitze ohne Nachteil für die Keimkraft ertragen können, sofern ihr Wassergehalt ein sehr geringer ist. Feuchte Samen sind demgegenüber sehr empfindlich. Schribaux (J. a. pr. 64. 1. **1900**. 420) ermittelte, daß Getreidesamen, mit Ausnahme des Maises, die Temperatur von 100° eine Stunde lang ohne Schaden für die Keimfähigkeit aushalten. Ein mit 13 v. H. Anfangsfeuchtigkeit versehener Japhet-Weizen verlor bei 10stündiger Erhitzung im Trockenraume 9,4 v. H. Wasser, aber nichts von seiner Keimkraft. Bei 1stündigem Erhitzen auf 110° keimte der Weizen immer noch zu 97 v. H. Untersuchungen von Webster und von Chittenden (zit. J. e. Ent. **1911**. 142) ist zu entnehmen, daß Weizen durch ein 8stündiges Verweilen in trockener Wärme von 65,5° nicht benachteiligt wird. Angaben über den Feuchtigkeitsgehalt werden nicht gemacht. Es ist aber anzunehmen, daß der Weizen, wie die meisten amerikanischen Weizen, nur einen geringen Wassergehalt besessen hat. Von Burmester (Z. f. Pfl. **1908**. 154) wird berichtet, daß Weizen, Gerste und Hafer einen 30 Minuten langen Aufenthalt in Trockenhitze von 75—80° ohne Schädigungen ausgehalten haben. Gerste und Hafer zeigten sich dabei etwas widerständiger als der Weizen. Auch Schander bestätigt, daß bei langsamer Anwärmung Sommerweizen und Sommergerste hohe Hitzegrade (100°) vertragen können. Sommerweizen, unbehandelt, keimte zu 97 v. H., 7 Stunden lang auf 100° erhitzt, zu 95 v. H., Sommergerste zu 100 bezw. 95 v. H.

Als Entpilzungsmittel wurde die trockene Hitze bisher gegen Phytophthora infestans auf bezw. in den Saatkartoffeln und gegen den Getreidebrand in Anwendung gebracht. McAlpine (J. A. V. **1910**. 358) ließ Heißluft von 48 bis 50° 4 Stunden lang auf kranke Kartoffeln einwirken und machte danach die Beobachtung, daß bei der Kultur in der feuchten Kammer der Kartoffelpilz nicht

zur Entwicklung gelangte. Er schließt daraus, daß das im Innern der Knolle befindliche Myzel bei der genannten Behandlung zugrunde geht, eine Folgerung, die wohl nicht ganz einwandsfrei ist.

Zur Behandlung der Getreidesaat wird die Heißluft entweder ohne weiteres oder nach voraufgegangener Anquellung der Samen verwendet. Mit einer einfachen Heißluftbeize von 75—85 ° und 30 Minuten erzielte Burmester (Z. f. Pfl. **1908**. 154) keine befriedigenden Ergebnisse. Ebenso gelang es Appel (M. B. A. Heft 10. **1910**. 7) nicht, den Gerstenflugbrand allein durch Behandlung mit heißer Luft zu verhüten. Aber auch die nach vorausgegangener Anquellung einsetzende Heißluftbehandlung hat — im auffälligen Gegensatze zur Heißwasserbeize — bis jetzt keine sicheren Erfolge zu zeitigen vermocht. Als Belag hierfür seien Versuchsergebnisse von Schander (Landw. Centralbl. **1910**. Nr. 5) angeführt.

Sommerweizen	Keimfähigkeit	Brandähren
Unbehandelt	97 v. H.	71,5 v. H.
4 Stunden vorgequellt, Heißluft 80°, 1 Stunde .	89 „	31,9 „
Sommergerste		
Unbehandelt	100 „	68,9 „
4 Stunden vorgequellt, Heißluft 80°, 30 Minuten	88 „	14,5 „
Heißluft 80°, 60 Minuten	87 „	63,9 „

Hiermit steht einigermaßen in Widerspruch die Angabe von Appel (a. a. O.), daß für Gerste 4stündiges Vorquellen bei 20—30° und eine 20 Minuten lange Beize mit Heißluft von 55—60 °, für Weizen (Flugbrand) eine 4—6stündiges Vorquellen bei 20—30 ° und ein 20—30 Minuten langes Verweilen in Heißluft von 55—60° von Erfolg begleitet sein soll. Jedenfalls bedarf es noch weiterer Untersuchungen über die heiße Luft als Entbrandungsmittel, bevor sich über letztere ein sicheres Urteil fällen läßt.

Klarer liegen die Wechselwirkungen zwischen Heißluft und Insekten. An Gelechia cerealella stellte Webster (nach Dean. J. e. Ent. **1911**. 142) fest, daß trockene Hitze von 48,9° bei viertelstündiger Einwirkung die Larven sämtlich tötet, während bei 43,3° nur ein Teil der letzteren vernichtet wurde. Ähnliche Ergebnisse erzielte Chittenden (siehe Dean. a. a. O.) mit Sameninsekten, deren Tötung bei mehrstündiger Behandlung mit Heißluft von 51,6—59,9° gelang. Bei späterer Gelegenheit hat Chittenden (Circ. 99. B. E. **1908**) die Erhitzung der von Balaninus befallenen Castania-, Corylus- und Carya-Nüsse auf 51,5 bis 65,5° zur Abtötung der in ihnen sitzenden Käferlarven empfohlen. Durch eine derartige Behandlung sollen die Früchte weder für Nahrungs-, noch für Saatzwecke untauglich werden. Dermestes-vulpinus (in Büchern) erliegt nach Headlee (J. e. Ent. **1913**. 55) einer Hitze von 51,6°. In jüngster Zeit hat Dean (a. a. O.) ziemlich eingehende Versuche ausgeführt, denen die nachstehenden Angaben zu entnehmen sind:

Rüsselkäfer (Calandra)	erliegen bei	48,3°
Tribolium confusum	„ „	48,3—48,9°
Ephestia kühniella	„ „	46,6—47,7°
Calandra oryzae-Käfer	„ „	46,6°

Silvanus surinamensis (alle Stände) erliegen bei . 48,3°
Tenebrioides mauritanicus „ „ 48,9°

in einigen Minuten, wenn die volle Wärme unvermittelt auf sie einwirkt. Bei langsamer Anwärmung, wie sie in der Praxis vor sich geht, sind etwas höhere Temperaturen und längere Wirkungsdauer erforderlich — z. B. für Tenebrioides 50,8° und 11 Minuten. Dean empfiehlt schließlich gegenüber allen Entwicklungsständen der Insekten, einschließlich der Eier, eine Heißluft von 46° und 12 Stunden Wirkungsdauer.

Zu einer besonderen Form der Nutzbarmachung trockener Wärme hat sich die Säuberung des Bodens von pflanzenschädlichen Lebewesen durch Erhitzung des letzteren herausgebildet. Wo und in welcher Person der Urheber dieses Verfahrens zu suchen ist, läßt sich mit Sicherheit nicht mehr ermitteln. Feststeht dahingegen, daß die ersten greifbaren Vorschläge in der Literatur der Vereinigten Staaten erschienen sind und daß dabei zugleich die naturgemäße Beschränkung des Verfahrens auf Treib- und Gewächshäuser erfolgt ist. Einer Erhitzung des Bodens zum Zwecke der Vernichtung von Krankheitserregern im freien Lande läßt sich schon der Kosten halber nicht allgemein durchführen. Für die dem Treiben von Frühgemüse usw. gewidmeten Anlagen bildet sie eine Notwendigkeit, deren Anerkennung von Jahr zu Jahr an Boden gewinnt. Die Zuführung der Wärme erfolgt am zweckmäßigsten durch ein in den Boden der Treibbeete eingelegtes Netz von Heizröhren, bei dessen Aufbau zweckmäßigerweise ein Heizungstechniker zugezogen wird.

In jüngster Zeit hat Gifford (24. Jahresb. Vermont **1911**. 143) versucht, den Erreger des Wurzelbrandes bei Koniferensämlingen durch Bodenerhitzung unter Verwendung einer über dem Boden hinzuschleifenden Dampfpfanne von der nebenstehenden Bauart zu beseitigen. Obwohl er dabei Erfolge zu erzielen ver-

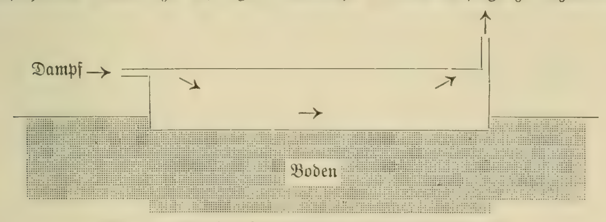


Abb. 11. Schematische Darstellung einer Boden-Erhitzungspfanne.

mochte, zieht er dennoch die Durchtränkung des Bodens mit Formaldehydflüssigkeit vor, da mit der Erhitzung eine Verschlechterung der Wasserverhältnisse in der Bodenkrume verbunden war.

Zu berücksichtigen bleibt unter allen Umständen, daß im Boden neben schädlichen Lebewesen auch nützliche — Bodenbakterien — enthalten sind, deren Vernichtung vermieden werden muß. Schulze (L. V. 65. **1906**. 137) machte — allerdings bei Anwendung verhältnismäßig hoher Temperaturen, nämlich 125°

1 Stunde und 100° 18 Stunden lang — die Beobachtung, daß, je nach der Bodenart, eine kürzere oder längere Zeit hindurch die auf solchem Boden gewachsenen Pflanzen pathologische Erscheinungen, wie Gelbwerden der Blätter und zwerghaften Wuchs, zeigten. Senf, Hafer und Erbse unterlagen derartigen Wachstumsstörungen leichter wie Buchweizen. Auffallenderweise blieben einzelne Pflanzen inmitten ihrer kränkelnden Umgebung gesund. Nach einiger Zeit trat wieder normales Wachstum ein. Im Gartenboden äußerten sich derartige Wirkungen garnicht, im Ackerboden nur wenig, im Wiesenboden dahingegen sehr stark. Schulze nimmt an, daß im erhitzten Boden saure, pflanzenschädliche Humuszersetzungsprodukte entstehen und erblickt eine Bestätigung für diese Erklärung in der Tatsache, daß Kalkzuführung sofort wieder normale Wachstumsverhältnisse hervorruft. Jedenfalls mahnen aber derartige Erfahrungen zur Vorsicht. Im allgemeinen liegen die Temperaturen, welche für Niedertiere und Pilze tödlich sind, unter dem für Bakterien verhängnisvollen Wärmegrad. Somit sind derartig starke Erhitzungen, wie sie Schulze vorgenommen hat, gar nicht erforderlich.

Durch eine herbstliche Erhitzung des Bodens auf 82—99° mit Dampf vermochte Clinton (Jahresber. Connecticut **1907**/**08**. 363) die Wurzelfäule (Thielavia basicola) von den Tabakspflänzchen im Saatbeete fernzuhalten. Gleichzeitig machte er die Wahrnehmung, daß auf den „gedämpften" Beeten die Menge des Unkrautes stark zurückgegangen war. Laidlaw und Price (J. A. V. **1910**. 163) vermochten einen Boden durch Erhitzen auf 86° (187° F.) vollkommen von Zwiebelälchen zu befreien.

Die beim Ablöschen von Ätzkalk entstehende Hitze hat Bos (F. Z. **1895**. 176) zur Vernichtung der in der Waldstreu befindlichen Raupen und Puppen vom Kiefernspinner (Gastropacha pini), der Forleule (Trachea piniperda) und der Buschhornwespe (Lophyrus pini, L. similis) usw. verwendet, indem er reichliche Mengen Ätzkalk auf den Waldboden ausstreute und dann anfeuchtete. Auf die nämliche Weise suchte Webster (Bull. 22. D. E.) Engerlinge in den Maisfeldern zu vernichten, indessen ohne Erfolg.

In jüngster Zeit haben die Obstbauer der Vereinigten Staaten damit begonnen, ihre Obstpflanzungen bei Eintritt von Frostgefahr durch Heizung mit kleinen tragbaren Öfen gegen Frostwirkungen zu schützen. Ein greifbares Verfahren hat sich dabei bis jetzt noch nicht herausgebildet.

Feuchte Wärme.

Als Träger feuchter Wärme kommen zur Verwendung heißes bezw. siedendes Wasser und Wasserdampf. Die Krankheitserreger, welche mit ihrer Hilfe unschädlich gemacht werden können, sind Insekten, Pilze und nachteilige Kältewirkungen. Sofern es sich dabei um Lebewesen auf Pflanzenteilen handelt, muß im Auge behalten werden, daß das pflanzliche Protoplasma unter der Einwirkung eines heißen Wassers von 54° C. abgetötet und hierdurch der Verwendungsmöglichkeit des letzteren eine Grenze gezogen wird. Ruhende Pflanzenteile, wie Samen, Steckholz usw. verhalten sich in dieser Beziehung nicht wesentlich anders, denn die feuchte Hitze, welche sie unbenachteiligt ertragen können, liegt nur um

1—2° C. höher. Dahingegen vertragen verkorkte und verholzte Pflanzenteile, wie z. B. die Stammrinde, höhere Hitzegrade.

a) **Verwendung als Insektizid.**

Vernichtung von Insekten des Bodens. Bisher ist dieses Verfahren nur in ganz roher Weise dergestalt zur Ausführung gelangt, daß siedendes Wasser auf die in Frage kommenden Bodenstellen gegossen wurde. In dieser Weise hat Haas (I. L. 2. 378) den Pfirsichbohrer (Sanninoidea exitiosa) im Bereich der Baumscheibe zu vernichten versucht und verschiedentlich ist das Begießen der bloßgelegten Wurzelkrone von Apfelbäumen mit kochendem Wasser zur Zerstörung der überwinternden Blutläuse (Schizoneura lanigera) empfohlen worden. Auch als Mittel zur Reinigung der Erde von Treibhausbeeten ist das siedende Wasser in Vorschlag gebracht worden. Alle diese Verfahren haben den Nachteil, daß sie durchaus unsicher in der Wirkung sind deshalb, weil die Abkühlung des aufgebrachten Wassers je nach den Umständen so stark sein kann, daß nach dem Eindringen in den Boden die zur Tötung des Schädigers erforderliche Wärme nicht mehr vorhanden ist.

Insekten auf lebenden Pflanzen. Von Riley (Bull. 14. D. E. 11) wird berichtet, daß heißes Wasser von 45° alle erreichbaren Kohlraupen (Pieris rapae) tötet, ohne dabei den Kohlpflanzen einen nennenswerten Schaden zuzufügen. Ähnliche Erfahrungen machte Murtfeldt (Bull. 26. D. E. 38), welche fand, daß Wasser von 65,5° die Kohlwanze (Murgantia histrionica Hahn) auf Kohl vernichtet und die Pflanzen nur leicht beschädigt. Da Murgantia histrionica auf der Unterseite der Blätter sitzt, bietet die Heißwasserbehandlung naturgemäß einige Schwierigkeiten. Eine gewisse Bedeutung hat das heiße Wasser auch für die Entseuchung reblaushaltiger oder reblausverdächtiger bewurzelter Reben erlangt. Eine Grundlage für dieses Verfahren bilden die Untersuchungen von Balbiani und von Moritz. Ersterer (C. r. h. **1876**. 11. 12) ermittelte, daß bei 42° keinerlei Schädigung, bei 45° und 5 Minuten Beizdauer aber und ebenso bei 50° und 1 Minute Vernichtung der Larvenformen von Phylloxera coccinea und Ph. vastatrix wie auch der Gallenlauseier von Ph. vastatrix erfolgt. Nach Moritz fallen sowohl die Läuse wie die Eier von Ph. vastatrix der Vernichtung anheim unter den folgenden Bedingungen:

Einwirkungsdauer	Wärme des Wassers
1 Minute	60—58,2°
5 Minuten	60—54,1°
10 „	60—50,5°
30 „	60—39,8°
150 „	47—23,9°

Die Wintereier der Reblaus gehen unter der 5 Minuten langen Einwirkung eines Heißwassers von 54—55°, wie Grassi (A. A. L. **1912**. II. 547) ermittelte, nicht zugrunde. Couanon (J. a. pr. 63. 2. **1899**. 770) tauchte Wurzelreben 3—5 Minuten lang in Wasser von 53° C. ein, mit dem Erfolge, daß, ohne Schaden für die Pflanze, die Reblaus einschließlich ihrer (Winter-?)Eier vernichtet wurde.

Insekten von Samen und sonstigen ruhenden Pflanzenteilen. Fletcher (Evidence on Agric. and Colonization **1892**. 11) empfahl die Warmwasserbeize gegen Bruchus pisi in den Erbsen, ohne aber genauere Mitteilung über die Temperatur des anzuwendenden Heißwassers zu machen. Blindholz von Reben und anderen Pflanzen ist nach den nämlichen Gesichtspunkten zu behandeln wie das belaubte Gewächs. Die Temperatur des Heißwassers darf dabei aber um 1—2° auf 54—56° erhöht werden. Ihre größte Bedeutung hat die Heißwasserbehandlung gegen Insekten in Frankreich zur Bekämpfung des Heu- und Sauerwurmes sowie des Springwurmwicklers (Pyralis) erlangt. Ein beträchtlicher Teil dieser Schädiger überwintert teils in Puppen-, teils in Larvenform unter den lose anliegenden Fetzen der alten Rinde und zwischen Rindensprüngen des Rebstockes. Mit Hilfe von siedendem Wasser oder auch durch Anwendung von Wasserdampf suchen die französischen Weinbauer im Laufe der Winterszeit diese Puppen und Larven in ihren Schlupfwinkeln zu vernichten. Das Verfahren, welches als échaudage, ébouillantage bezeichnet wird, soll 1842 zum ersten Male durch einen burgundischen Weinbauer Racelet angewendet worden sein. Laborde (Z. B. Ö. **1911**. 922) stellte fest, daß Puppen von

Eudemis botrana bei 55° innerhalb $1^1/_2$ Minute
Conchylis „ 50° „ „ „

zugrunde gehen. Berge (Pr. a. v. 32. **1911**. 1. S. 10) ermittelte, daß die ungeschützte Puppe der 5 Sekunden langen Einwirkung des 55° heißen Wassers erliegt, daß es aber eines Heißwassers von 64—66° bedarf, um in der gleichen Zeit die im Gespinst befindliche Puppe abzutöten. Die Hauptschwierigkeit des Verfahrens besteht in der Erzielung und längeren Aufrechterhaltung dieser verhältnismäßig hohen Temperaturen am Rebstocke bezw. in unmittelbarer Umgebung der Puppengespinste. Letztere sind für Wasser ziemlich schwer durchdringbar. Eine erste Vorbedingung für das Gelingen des Verfahrens ist deshalb, daß das Wasser beim Austritt aus dem für diesen Zweck hergerichteten, gewöhnlich fahrbaren Kessel annähernd 100° besitzt. Alle Vorrichtungen, welche dieser Anforderung nicht entsprechen, so auch das Umgießen von siedendem Wasser in kaffeekannenähnliche Behälter usw., sind aus diesem Grunde von vornherein zu verwerfen. Molz (Mitt. D. Weinbau **1911**. Nr. 9) prüfte den Heißwasserkessel von Landaurett und mußte die Wahrnehmung machen, daß er zur Vernichtung von Conchylis- usw. -Puppen jedenfalls ungeeignet ist, denn es lieferte diese Vorrichtung

unmittelbar an der Austrittsöffnung Heißwasser von 77—78°
3 cm vor Austrittsöffnung „ „ 65—66°
5 „ „ „ „ „ 58—60°

also Hitzegrade, welche viel zu gering sind. Beim Auftreffen auf die winterkalten Rindenteile und die Puppengespinste sinkt die Temperatur noch bedeutend. Ein mit 98—100° auf der Rinde angelangendes Heißwasser zeigte bei den Versuchen von Berge (a. a. O.) an einem zwischen die Rinde eingeschalteten Thermometer günstigenfalls 92°, nach 28—30 Sekunden aber nur noch 70°. Maisonneuve (Pr. a. v. **1909**. Bd. 51. 304. 327), nach dessen Untersuchungen Conchylis-Puppen einer Wasserwärme von 60° erliegen, tritt für die Behandlung der

Weinreben mit Wasserdampf unter Druck ein und gibt an, daß die Menge der toten Puppen sich auf 94 v. H. belief, wenn die Hitze 10 cm vor der Mündung des Dampferzeugers 78° betrug. Mit einfachem Heißwasser erzielte Berge (a. a. O.) 87—97 v. H. tote Puppen. Dampf von überhitztem Wasser anzuwenden, ist nicht ratsam, weil dieser leicht Schädigungen der Reben verursachen kann.

Für junge Rebstöcke beträgt die Menge des erforderlichen Heißwassers 1 l, für stark verzweigte ältere Stöcke 2—3 l. Maisonneuve (a. a. O.) gibt die Arbeitsleistung auf 280 Stück in der Stunde an, eine Ziffer, welche bei gründlicher Vornahme der Heißwasserbeize aber wohl nur selten erreicht werden dürfte.

b) Verwendung als Fungizid.

Ihre größte Bedeutung hat die feuchte Hitze als Pilzvertilgungsmittel und zwar in erster Linie zur Entbrandung der Getreidesaaten erlangt.

Ustilagineen.

Der Vorschlag, das heiße Wasser als Mittel gegen den Brand zu verwenden, ist 1887 von Jensen ausgegangen (Neue Untersuchungen und Versuche über den Brand der Getreidearten, Kopenhagen). Wie sämtliche bis dahin aufgestellte Verfahren zur Bekämpfung des Brandes, so wirkt die Heißwasserbeize durch die Vernichtung der am Saatkorn haftenden Sporen des Pilzes. Herzberg (Untersuchungen über landwirtschaftlich wichtige Flugbrandarten, Diss. Halle **1895**. 25) und vor ihm Kirchner (Z. f. Pfl. **1893**. 2) haben nachgewiesen, daß die Sporen der verschiedenen Flugbrände durch eine 5 Minuten andauernde Einwirkung von heißem Wasser unkeimfähig gemacht werden. Bei Kirchners Versuchen verloren die Sporen von Ustilago avenae in Wasser von 54,5—56° innerhalb 5 Minuten ihre Keimfähigkeit. Einige amerikanische Forscher (Arthur, Pammel) haben (allerdings nur für Hafer) sogar Beiztemperaturen von 60—64° empfohlen. Nach Herzberg betragen die zur Abtötung erforderlichen Wassertemperaturen:

	U. jensenii	U. avenae	U. perennans	U. hordei	U. tritici
frische Sporen	47—50½°	45½—47½°	40½—42¾°	43½—45°	46—47½°
ältere „	50—53°	50½—53½°	47½—50½°	45½—47¾°	45¼—47¾°

Die Empfindlichkeit der Sporen gegen Heißwasser nimmt hiernach mit dem Alter derselben zu. Herzberg hält auf Grund seiner Untersuchungen für Ustilago jensenii und U. avenae eine Wassertemperatur von 54°, für U. hordei und U. tritici eine solche von 48° für ausreichend zur Entbrandung der Saat. In der Folge sind diese Temperaturen aber nicht allenthalben festgehalten worden. Auch die von Jensen gegebenen Beizvorschriften stimmen nicht ganz mit den Ergebnissen der Herzbergschen Untersuchungen überein, denn Jensen schreibt vor für Hafer:

Der Hafer ist in Körbe eingepackt ohne weiteres 5 Minuten lang in heißes Wasser von 54—55° C. derart einzutauchen, daß er ½ Minute lang je 5—6 Sekunden unter Wasser und dann 3—4 Sekunden über dasselbe gehalten wird. Die übrigen 4½ Minuten wird das Saatgut 16—20mal je 10 bis 12 Sekunden unter und 3—4 Sekunden über dem Wasser gehalten. Letzteres muß während der Beize beständig die oben angegebene Temperatur besitzen. Nach

Ablauf von 5 Minuten wird der Hafer schnell mit kaltem Wasser abgekühlt und zum Trocknen ausgebreitet.

Vorschrift für Gerste:

Die Gerste ist zunächst 4 Stunden lang im Wasser anzufeuchten, sodann in einem feuchten Sacke mindestens 4 Stunden an einem kühlen Orte zur Nachquellung zu belassen und dann erst ähnlich wie bei Hafer 5 Minuten lang mit Heißwasser zu behandeln. Die Temperatur des Wassers soll dabei beständig 52½° C. betragen.

Kühn (Zur Bekämpfung des Flugbrandes 1889) hat die praktische Brauchbarkeit der Jensenschen Heißwassermethode bezweifelt, da bei seinen Kontrollversuchen die nach Jensen behandelte Gerste eine Verminderung der Keimkraft wahrnehmen ließ. Später haben Kellermann und Swingle (Bull. 8. 12. 22 und 2. Jahresbericht der Versuchsstation zu Manhattan, Kansas) das Verfahren geprüft und dabei wesentlich günstigere Resultate als Kühn erhalten. Die zwischen Kühn und den vorerwähnten beiden Autoren bestehenden Widersprüche sind zum Teil darin begründet, daß ersterer mit Gerste experimentierte, während letztere den für Nordamerika wichtigeren Brand auf Hafer als Versuchsobjekt benutzten. Kellermann und Swingle fanden, daß die Heißwasserbeize nicht nur eine vollkommene Entbrandung des Hafers und des Weizens bewirkt und deren Keimkraft unbenachteiligt läßt, sondern auch freudigeres Wachstum, erkenntlich an einer Steigerung des Ernteertrages, veranlaßt.

Nur ganz unbedeutend war nach Kirchners (a. a. O.) Versuchen die dem Saatgute durch die Heißwasserbeize zugefügte Beschädigung der Keimfähigkeit, nämlich:

	2. Tag	10. Tag
Weizen unbehandelt	84½ v. H.	98 v. H.
„ in Heißwasser gebeizt . . .	84½ „	97¾ „
Roggen unbehandelt	95¼ „	98 „
„ in Heißwasser gebeizt . . .	91¼ „	95½ „
Gerste unbehandelt	69¾ „	97 „
„ in Heißwasser gebeizt	74½ „	98¼ „
Hafer unbehandelt	6¾ „	81¾ „
„ in Heißwasser gebeizt	24¾ „	84½ „

Ein Anbauversuch mit Weizen lieferte:

unbehandelt	5,17 v. H. brandige Ähren
5 Minuten bei 55—56° gebeizt . . .	0,23 „ „ „
10 „ „ „ „ . . .	0,16 „ „ „
15 „ „ „ „ . . .	0,07 „ „ „

Meine eigenen Versuche (L. J. 1896. 145) führten zu dem Ergebnis, daß die Jensensche Heißwasserbeize für Gerste mit einer bedeutenden Verminderung der Keimkraft verbunden ist, während sie für Hafer Gutes leistet. Ich erhielt:

	Sofort eingekeimt	Nach 20 Tagen eingekeimt	Nach 56 Tagen eingekeimt
Gerste, ungebeizt	$99^1/_2$ Keime	$98^1/_2$ Keime	$97^3/_4$ Keime
„ mit Warmwasser behandelt $52^1/_2$—$53^1/_2$	85 „	93 „	$87^1/_4$ „
Hafer, ungebeizt	$92^1/_2$ „	$89^1/_4$ „	89 „
„ mit Warmwasser behandelt 54—55°	$90^3/_4$ „	$92^3/_4$ „	$92^3/_4$ „

Obwohl von Jensen später die Warmwasserbeize als zu umständlich für die Praxis bezeichnet worden ist, hat sie doch in neuerer Zeit unter Führung von Ravn und Mortensen in Dänemark festen Fuß gefaßt. Zu diesem Erfolge hat jedenfalls sehr wesentlich beigetragen, daß es in Dänemark gelungen ist, die Schwierigkeiten, welche die Ausführungen der Heißwasserbrandbeize dem einfacheren und kleineren Landwirte bereitet, durch Einführung des genossenschaftlichen Getreidebeizens zu beseitigen.

Auch der Roggenstengelbrand (Urocystis occulta) läßt sich durch die einfache Form der Heißwasserbeize erheblich vermindern. Mortensen erzielte:

Unbehandelt	12,6 v. H. Brand,	19,9 v. H. Ernteeinheiten
Ohne Vorquellung 54—55° C. .	0,8 „ „	22,8 „ „

Das Verfahren kam in der Wirkung dem Formaldehyd gleich.

Ausführung der Heißwasserbeize. Die Vornahme der Heißwasserbeize erfordert 3 geräumige Behälter, einen für Vorwärmewasser, einen zweiten für das Beizwasser und den 3. für das Kühlwasser. Am einfachsten gestaltet sich das Verfahren, wenn das Beizwasser durch Einleiten von Dampf auf die erforderliche Temperatur gebracht und auf ihr erhalten werden kann. Fehlt diese Möglichkeit, so muß ein 4. kleineres Gefäß mit beständig im Sieden erhaltenen Wasser aufgestellt werden. Letzteres dient dazu, um die beim Ein- und Austauchen des Getreides herabgehende Temperatur des Beizwassers sofort wieder auf die richtige Höhe zu bringen. Weiter sind erforderlich ein gutes, verglichenes Thermometer, eine an der Decke des Beizraumes oder an einem besonderen Gerüste über dem Heißwasserbehälter befestigte Rolle mit Zugvorrichtung und eine Anzahl korbartige, aus starkem Drahtgeflecht hergestellte, innen mit engmaschigen, für die Getreidekörner undurchlässigen Drahtgewebe ausgekleidete Behälter von 25—60 kg Fassungsraum. Das eigentliche Beizverfahren beginnt mit dem Einfüllen der Saat in einen Drahtkorb und Einstellen desselben in den Vorwärmebehälter, dessen Wasser eine Temperatur von 45—50° besitzen muß. Das sofortige Eintauchen der kalten Getreidemasse in das Beizwasser würde dessen Wärme so erheblich herabsetzen, daß ein sicheres Gelingen der Beize ausgeschlossen wäre. Während ihres Verweilens in dem Vorwärmer ist die Saat gut durchzurühren, damit sie vollkommen entluftet und allseitig benetzt wird. Alsdann erfolgt so schnell wie möglich die Übertragung in das Beizwasser. Obwohl die Getreidesamen vorgewärmt sind, läßt sich eine geringe Abkühlung des letzteren beim Eintauchen der Samen nicht vermeiden, weshalb es sich empfiehlt, die Anfangstemperatur um 1—2° höher einzustellen. Die Getreidemasse ist baldigst wieder

aus dem Heißwasser herauszunehmen, nach kurzem Verweilen an der Luft wieder einzutauchen usw., bis der Zeitraum von 10 Minuten verflossen ist. Die über dem Beizgefäß befindliche Rolle mit ihrer Zugvorrichtung erleichtert die Taucharbeit wesentlich. Im Verlaufe der Beize findet eine leichte Abkühlung des Beizwassers unter die wirksame Wärme statt, es müssen deshalb beständig Messungen der Wasserwärme im Beizbottich ausgeführt und je nachdem durch Zuhilfenahme von Dampf oder von siedendem Wasser die erforderlichen Temperaturgrade wieder hergestellt werden. Nach beendeter Beize ist die Getreidesaat schleunigst in kaltes Wasser einzutauchen, worauf sie zum Abtrocknen auf eine brandsporenfreie Fläche ausgebreitet werden kann.

Das Heißwasser-Beizverfahren besitzt Vorzüge und Nachteile. Als Vorzug zu betrachten ist die bei genauer, sachgemäßer Durchführung befriedigende Wirkung die verhältnismäßig geringe Wasseraufnahme bei der Beize ohne Vorquellung und die Ungiftigkeit des Beizmittels, welche gestattet, unverwendete Reste von gebeiztem Getreide für die tierische und menschliche Ernährung noch nutzbar zu machen. Nachteile bilden die Gefährdung der Keimkraft, die nicht unerhebliche Wasseraufnahme bei dem nach dem Vorquellverfahren behandelten Brandgetreide, vor allem aber die Schwierigkeit der beständigen gleichmäßigen Erwärmung des Saatgutes auf die engbegrenzte Temperaturhöhe, wozu sich schließlich noch die aus den Thermometern und ihrer Bedienungsweise ergebenden Unsicherheiten hinzugesellen. Von Appel ist versucht worden, den letzterwähnten Übelständen zu einem Teile wenigstens durch die Herstellung eines Beizgerätes abzuhelfen. Soweit sich bis jetzt übersehen läßt, hat letzteres jedoch keinen Eingang in die Praxis gefunden. In jüngster Zeit hat Schander (D. L. Pr. **1910**. Abb.) den bekannten Ventzkischen Kartoffeldämpfer derart abgeändert, daß er sich zur Beizung von jeweils 100 kg Getreide eignet. Dem Geräte werden geringe Feuerungskosten, geringer Wasserverbrauch, leichte Bedienung und gleichmäßig gute Warmhaltung nachgerühmt.

Abgeänderte Warmwasserbeize.

Nicht für alle Getreide- und Brandarten liefert die Heißwasserbeize, wie sie Jensen in Vorschlag gebracht hat, gleich gute Ergebnisse. Aufklärung über die Gründe hierfür haben die Untersuchungen von Brefeld u. a. geliefert, welche den Nachweis lieferten, daß die zur Übertragung der Krankheit dienenden Organe der Brandpilze nicht ausschließlich dem Saatkorn äußerlich anhaften, sondern ihren Sitz auch innerlich im Saatkorn haben können. Das Jensensche Verfahren eignet sich nur zur Entfernung der äußeren Brandkeime, wie sie beim Steinbrand im Weizen (Tilletia caries), beim Flugbrand des Hafers (Ustilago avenae) und beim Hartbrand der Gerste (Ust. hordei tecta) vorliegen.

Für die Entpilzung innerlich mit Brandkeimen behafteter Getreidesamen, ein Fall der beim Flugbrand im Weizen und in der Gerste (U. tritici, U. jensenii = U. nuda) vorliegt, hat Appel eine abgeänderte Heißwasserbeize angegeben. Genannter ging dabei von der Erwägung aus, daß der im Saatkorn vorhandene ruhende Zustand des Brandpilzes durch das Vorquellen in Wasser empfindlicher gegen Hitze als das Korn selbst gemacht wird und daß der Grad

dieser Empfindlichkeit um so erheblicher sein muß, je näher die Wärme des Vorquellwassers dem Wachstumsoptimum des Pilzes liegt. Diese Erwägung fand in den angestellten Versuchen ihre Bestätigung und gab Anlaß — zunächst für Gerste — zur Aufstellung folgender Vorschrift:

Gerste (Ustilago jensenii) 4 Stunden lang in Wasser von 25—30° vorquellen, 5 Minuten in Wasser von 45° vorwärmen, 10 Minuten lang mit Heißwasser von 54—56° behandeln.

Mit Hilfe dieses Verfahrens wurde vollkommene Brandfreiheit erreicht, z. B.

	Hannchengerste	Saxonia
Unbehandelt .	7,2 v. H. Brand	1,9 v. H. Brand
Behandelt . .	0 „ „	0 „ „

Die Wichtigkeit der genauen Innehaltung der vorgeschriebenen Temperatur des Beizwassers ergibt sich daraus, daß in beiden Versuchsfällen beim Herabgehen der Temperatur auf 48—50° vollkommene Brandfreiheit nicht erreicht wurde.

Bei Sommerweizen erzielte Schander (Landw. Centralbl. **1910**. Nr. 5)

4 Stunden vorquellen	20 Min.	50° C.	98 v. H. Keime	7,1 v. H. Brand
4 „ „	10 „	54° „	96,5 „ „	0,2 „ „
4 „ „	10 „	56° „	77 „ „	0 „ „
Unbehandelt			97 „ „	71,5 „ „

Bei Sommergerste

4 Stunden vorquellen	20 Min.	50° C.	85 v. H. Keime	0 v. H. Brand
4 „ „	10 „	54° „	? „ „	0 „ „
4 „ „	10 „	56° „	? „ „	0,2 „ „
Unbehandelt			100 „ „	68,9 „ „

Abgekürztes Heißwasser-Beizverfahren.

Eine Entbrandung des Saatgutes läßt sich auch durch einfaches Einquellen in Wasser von höherer Temperatur erzielen. Nach Appel (A. B. A. 8. **1911**. 425) durch achtstündiges Einlegen in Wasser von 40°, nach Störmer (F. L. Z. 60. **1911**. 145) bei Gerste durch zwölfstündiges Einweichen in Wasser von 35°, bei Sommerweizen in Wasser von 40°. Ein ganz wesentlicher Mangel dieses Verfahrens ist die starke Aufnahme von Wasser, welche notgedrungen bei der acht- bezw. zwölfstündigen Beizdauer eintreten muß, und sodann die Schwierigkeit, das Wasser so lange Zeit hindurch bei erhöhter Wärme zu erhalten.

Uredineen, Rostpilze.

Von Galloway (J. M. 7. 195) ist der Versuch gemacht worden, durch eine 5 Minuten lange Beize der Getreidesaat in Wasser von 58° C. den Getreiderost zu bekämpfen. Das Ergebnis war ein durchaus negatives. Der Rost war in dem gewöhnlichen Umfange vorhanden und auch die erzielte Körnerernte war nicht besser als die von ungebeizter Saat.

Fungi imperfecti.

Giltay (Z. f. Pfl. **1893**. 200) gibt an, daß das Auftreten der Schwärze im Getreide (Cladosporium herbarum Link) durch eine Beize der Saatkörner in warmem Wasser verhindert werden kann, ohne daß aber bis jetzt eine Nutzbar-

machung dieser Angabe zu verzeichnen wäre. Dahingegen hat die Heißwasserbeize ziemlich ausgedehnte Verwendung, namentlich in Dänemark, zur Bekämpfung der Streifenkrankheit (Helminthosporium) in der Gerste gefunden. Von Ravn (Tidskrift Landbrugets Planteavl. **1908**. 159) wurden folgende zwei Vorschriften gegeben:

1. sofortiges 5 Minuten langes Eintauchen der Saatgerste in Wasser von 56—57° C. bei etwa 20maligem Ein- und Austauchen, sofortige starke Abkühlung, wobei Luftkühlung der Wasserkühlung vorzuziehen ist,
2. dreistündiges Vorquellen in Wasser, 10stündige Nachwirkung an der Luft, 5 Minuten Einbeizen in Wasser von 50—52° bei 20maligem Ein- und Austauchen; sofortige Abkühlung durch Luft.

Dieses Verfahren wurde von Mortensen (4. Beretning. **1909**) mit der Abänderung aufgenommen, daß er an Stelle der Luftkühlung die Wasserkühlung und anstatt Wasser von 50—52° solches von 50—51° verwendet. Er erzielte dabei mit einer sechszeiligen Gerste

	Streifenkrankheit	Einheiten Körner
Unbehandelt	16,5 v. H.	23,6
Beize ohne Vorquellung 56—57° C. . .	1,2 „	25,9
„ mit „ 50—51° C. . .	0,7 „	26,0

Sowohl Ravn wie Mortensen geben dem einfachen Verfahren ohne Vorquellung den Vorzug, weil es schneller wie das Vorquellverfahren trockenes Saatgut liefert.

Wurzelbrand der Zucker- und Runkelrüben.

Die Heißwasserbeize der Rübenknäuel als Mittel zur Fernhaltung des Wurzelbrandes von den jungen Rübenpflänzchen wurde von Jensen (Bl. Z. **1894**) empfohlen. Seine Vorschrift lautet: Die zu präparierenden Rübensamen vorerst 6 Stunden in gewöhnlichem Wasser einquellen derart, daß letzteres die Knäuel vollkommen und beständig umspült. Nach Ablauf dieser Frist das von den Rübenkernen nicht aufgenommene Wasser entfernen und die feuchte Rübensamenmasse an einem kühlen, feuchten Orte 10—12 Stunden lang zum Nachquellen sich selbst überlassen. Alsdann die in einem Drahtkorb untergebrachten Samen 5 Minuten lang in Wasser von genau 53,5° C. bei etwa 20maligem Ein- und Austauchen beizen. Zum Schluß die warme Rübensamenmasse schleunigst mit kaltem Wasser wieder abkühlen und zum Trocknen auseinanderbreiten. Was die Leistungen dieses Verfahrens anbelangt, so habe ich nachgewiesen (Z. Z. **1896**. 167), daß die nach diesem Verfahren gebeizten Rübensamen, 50 Tage nach der Beizung verwendet, ebensoviel Wurzelbrand lieferten wie die unpräparierten. Dahingegen ergaben die baldigst nach der Beize ausgelegten Knäuel eine geringere Anzahl wurzelbrandiger Pflänzchen.

c) Verwendung als Frostabwehrmittel.

In den Vereinigten Staaten ist der Versuch unternommen worden, Frostbeschädigungen mit Hilfe von Wasserdampf zu verhüten. Es sind zu diesem Zwecke auf der Spitze hoher Masten Verstäubungsdüsen angebracht worden, aus

welchen in Zeiten von Frostgefahr, Wasserdampf in Form eines feinen Nebels entlassen wird. Bei der Kondensation des Wasserdampfes zu Wassertröpfchen und bei der Erstarrung der letzteren zu Eis werden nennenswerte Mengen Wärme frei, welche die gefährdeten Pflanzen vor dem Erfrieren schützen sollen. Durch die Kondensation von 1 g Tau wird 1 cbm Luft um 2° C. erwärmt.

Die Kälte.

Abgesehen von wenigen Fällen hat eine Nutzbarmachung der Kälte für pflanzentherapeutische Zwecke bisher nicht stattgefunden. Diese Tatsache mag zum Teil ihre Begründung in der verhältnismäßig schwierigen Beschaffung von Kälte für den praktischen Landwirt, zum Teil wohl auch in der erheblichen Widerständigkeit von Pilzen und namentlich von Dauersporen sowie von Insekten gegenüber Kältewirkungen haben. Bei näherer Untersuchung der für die Kälte bestehenden Nutzungs- bezw. Bekämpfungsmöglichkeiten werden sich aber gewiß noch brauchbare Verfahren auffinden lassen.

Eiswasser von der Temperatur 1,5—3° hat sich nach Alwood (Bull. 13. D. E. 44) als gänzlich wirkungslos gegen die Kohlraupen (Pieris brassicae, Mamestra oleracea) und Blattläuse (Aphis sp.) erwiesen, selbst wenn die Lufttemperatur 32—33° betrug. Weit bessere Leistungen verrichtet die Kälte gegenüber der in der Madenform mit den abgeernteten Oliven in die Vorratsräume gelangenden und dort vor dem Auspressen der Früchte noch erhebliche Beschädigungen verursachenden Ölfliege (Dacus oleae). Durch das Einlagern der befallenen Oliven in hinreichend abgekühlten Räumen wird die Lebenstätigkeit der Fliegenmaden soweit herabgesetzt, daß diese zwar nicht zugrunde gehen, aber doch ihren Fraß einstellen. Die Vernichtung des Schädigers erfolgt im weiteren Verlauf dann beim Auspressen der Früchte.

Die in Äpfeln befindlichen Maden von Rhagoletis pomonella gehen nach Illingworth (Bull. 324. Cornell-Universität, Ithaka **1912**. 160) zugrunde, wenn die Früchte längere Zeit kalt eingelagert werden. Er führt dabei an, daß die Maden einer Temperatur von 3,9—4,0° widerstehen, bei 0,6—1,7° aber erliegen.

Das Licht.

Heilungen von Pflanzenkrankheiten unter Zuziehung einer Lichteinwirkung können entweder durch Lichtentzug oder aber auch durch eine Steigerung der Lichtstärke erfolgen.

Lichtentzug.

Die Pflanzen bedürfen zu ihrem Gedeihen ein in bestimmten Grenzen schwankendes Maß von Licht. Jenseit dieser Grenzen wirkt die vorhandene Lichtmenge nachteilig auf die Pflanze ein. Diese Tatsache kann zur Vernichtung von Schmarotzerpflanzen und Unkräutern nutzbringend verwendet werden. So empfahl Molz (L. W. S. **1909**. 257) die Mistel (Viscum album) zunächst abzuschneiden, dann aber durch Lichtentziehung vollends zu zerstören. Als ein geeignetes Mittel hierzu bezeichnet er die Bedeckung der Schnittstelle mit Dach-

pappe, welche zur Abhaltung von Insekten mit einem Karbolineumanstrich versehen worden ist. Nach Pammel (Preßbull. 11. Iowa **1909**) unterdrückt ein mindestens 6 Monate lang fortgesetzter Lichtentzug durch geteertes Papier, festen Stallmist oder eine dicke Strohauflage die Quecken vollkommen. Ein ganz gleiches Verfahren brachte Stone (Circ. 19. Wisconsin **1910**) gegen die kanadische Distel (Cnicus arvensis) in Vorschlag. Darnell-Smith (A. G. N. **1913**. 152) empfahl die in Australien ein überaus lästiges Unkraut bildende Feigendistel (Opuntia) durch Bespritzen mit lichtabhaltenden Brühen zu vernichten. Für viele andere Unkräuter reicht bekanntlich schon der Lichtentzug, wie er durch einen dichten Bestand von hochemporwachsenden Feldfrüchten geschaffen wird, zur Unterbindung ihrer Daseinsbedingungen aus.

Noch in einem anderen Falle kann Lichtentzug eine heilende Wirkung für erkrankte Pflanzen ausüben, nämlich dort, wo Überbelichtung ganz oder teilweise den Anlaß zu einer Wachstumsstörung bildet. Bei Weinblättern, welche der Gelbsucht verfallen waren, konnte ich (L. Jb. **1908**. 497) durch Abblendung des Tageslichtes eine merkliche Wiederergrünung erzielen, wie ja auch Goldrüstern und ähnliche Gewächse, welche bei Zutritt starker Lichtmengen goldgelbes Laub besitzen, ergrünen, sobald als sie aus den Baumschulen in schattige Parks verpflanzt werden.

Endlich kann die Verdunkelung auch noch zum Einfangen von lichtscheuen Insekten benutzt werden. So sucht Otiorrhynchus ligustici an Tagen mit grellem Sonnenschein schattige Plätze auf. Werden ihm solche künstlicherweise dargeboten, so versammelt er sich in großen Mengen unter diesen.

Licht als Fangmittel für Insekten.

In der Dämmerung und zur Nachtzeit fliegende Insekten werden, wie bekannt, durch Lichtquellen so stark angezogen, daß sie blindlings an dieselben heran-, und wenn möglich in dieselben hineinstürmen. Dieser Vorgang ist bei dem sogenannten Fanglampen-Verfahren nutzbringend verwendet worden. Entweder findet die Lampe ihre Aufstellung zwischen einem Gerüste von Holzstäbchen, welche mit Vogelleim bestrichen sind, oder auch — und diese Bauweise ist die häufigere — die Lichtquelle wird inmitten oder über einem breiten flachen Becken mit einer die Tötung der einfallenden Insekten übernehmenden Flüssigkeit angebracht (Abb. 12—15). Ein Beispiel für die erstgenannte Anordnung ist die Edenkobener, ein Beispiel für die letzterwähnte die Geisenheimer Fanglampe, die Phare Meduse von Vermorel usw.

Die Ansichten über die Brauchbarkeit dieser Fanggeräte haben im Laufe der Jahre häufige Wandlungen erfahren. Roßmäßler (Forstinsekten 32) versprach sich von den „so sehr berühmten Leuchtfeuern" im ganzen nur geringe Erfolge und begründete seine Stellungnahme mit der Beobachtung, daß die Weibchen der schädlichen Schmetterlinge fast immer ruhig auf den Zweigen zu sitzen pflegen und sich hier von den Männchen aufsuchen lassen. Aus diesem Verhalten heraus ist auch die Wahrnehmung zu erklären, daß die Männchen in dem Becken der Fanglampe überwiegen. Im großen und ganzen hiermit übereinstimmende Erfahrungen machte auch Dewitz (Zeitsch. wiss. Insektenbiologie **1905**.

106). Vom 25. Juli bis 6. September fing er 32474 Falter des Tortrix pilleriana ein. Von diesen waren fast 83 v. H. Männchen. Im Laufe der Versuchszeit fiel allerdings der Prozentsatz der männlichen Falter. Etwa 2/3 der gefangenen

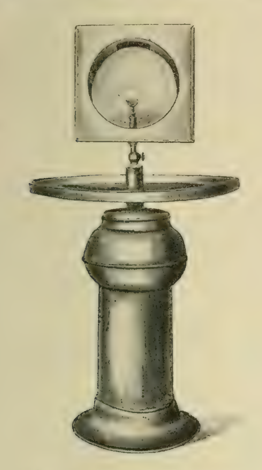


Abb. 12. Geisenheimer Fanglampe.

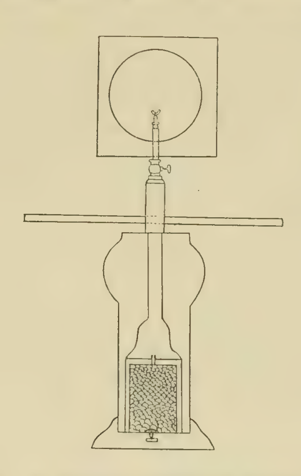


Abb. 13. Geisenheimer Fanglampe im Durchschnitt.

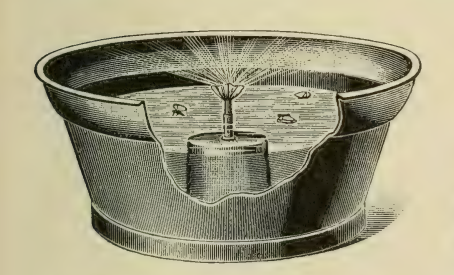


Abb. 14. Französische Fanglampe mit Acetylenlicht.

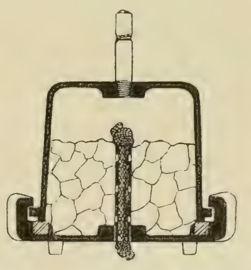


Abb. 15. Vorrichtung zur Acetylengaserzeugung an der französischen Fanglampe.

Weibchen hatten ihren Eierstock schon mehr oder weniger entleert. Pro Nacht wurden mit einer Lampe gefangen 34,7 Männchen und 6,6 Weibchen, darunter nur 3,9, welche ihre Eier noch nicht abgelegt hatten. Andererseits liegen doch auch Versuchsergebnisse vor, welche zeigen, daß unter Umständen recht beachtens-

werte Mengen von eierhaltigen Weibchen gefangen werden können. So verzeichnet Gastine (Bull. Min. Agric. Paris. **1903**. 323) folgenden Lampenfang:

	1901			1902	
	Juli	Juli	August	August	August
Luftwärme	23°	22°	21°	17°	10,8°
Männchen	62,0 v. H.	63,2 v. H.	44,5 v. H	72,4 v. H.	90,6 v. H.
eiertragende Weibchen	32,2 „	30,7 „	44,8 „	16,6 „	5,0 „
entleerte Weibchen .	5,8 „	6,1 „	14,7 „	11,0 „	4,4 „

Martin (Pr. a. v. 13. 419) stellte fest, daß an manchen Abenden sogar 90 v. H. der Weibchen noch nicht zur Eiablage geschritten waren.

Über beachtenswerte Leistungen der Fanglampen berichtete auch Guittonneau (R. V. 34. **1910**. 236). Nach ihm wurden in der Zeit vom 11. Juni bis 8. August auf einer Fläche von 390 ha 12417536 Motten gefangen. Chappaz (Pr a. v. 31. **1910**. 161. 461) teilte mit, daß von 3500 Lampen bei einer Brenndauer von 6,45 p. m. bis 12,30 a. m. in der Zeit vom 11.—28. Juli gefangen wurden 3673299 Pyralis- und 2545340 Conchylis-Motten, Mengen, deren Verschwinden nicht ohne fühlbare Wirkung bleiben kann.

Die Helligkeit der Fanglampen spielt keine wesentliche Rolle für das Fangergebnis, denn es wurden beispielsweise von Perraud (C. r. h. 138. **1904**. 992) gefangen bei

Lichtstärke = 1 Kerze . . 569 Individuen,
„ = 4 Kerzen . 518 „
„ = 7 „ . 545 „

Eckstein versuchte (Ill. L. Z. **1898**. 357) durch Anwendung sehr starker Lichtquellen — elektrischer Scheinwerfer — eine Steigerung der Fangwirkung gegenüber Nonnenschmetterlingen zu erzielen. Der Versuch mißlang vollkommen. Mehr als 1000 Stück wurden Anfang August während zweier Nächte in der Zeit von 12—2 bezw. 8—3 hierbei nur gefangen von Lithosia quadra (3639 Männchen, 3002 Weibchen), L. deplana (1575), Liparis monacha (7985 Männchen, 606 Weibchen) und Scoparia sp. (1086). Somit ist die Zahl der vernichteten Weibchen trotz der starken Lichtquelle eine recht geringe geblieben.

Perraud (a. a. O.) ermittelte, daß eine sechskerzige Lampe Nachtschmetterlinge bis auf 18 Meter anlockt. Eine Petroleumlampe leistet unter sonst gleichen Verhältnissen das nämliche wie eine Acetylenflamme. Von größerem Einflusse auf das Fangergebnis wie die Lichtstärke sind die Witterungsverhältnisse, die Höhe, in welcher sich die Fanglampe befindet und die rechtzeitige, dem Entwicklungsgange des in Frage kommenden Insektes angepaßte Aufstellung der Lampen. Ein voller Erfolg ist nur dann zu erwarten, wenn die Hauptentwicklungszeit der Falter getroffen wird. Bei stürmischem und regnerischem Wetter kann der Betrieb als aussichtslos unterbleiben. Über die beste Höhe für die Anbringung der Fanglampen lassen sich allgemeingültige Vorschriften nicht geben. Hier muß die Erfahrung zu Rate gezogen werden.

Ein Hauptnachteil des Fanglampenverfahrens besteht in den hohen Kosten, welche die Aufstellung, die allabendliche Entzündung und die Nachfüllung von

Brennstoff bereiten. Es ist deshalb vorgeschlagen worden, die gewöhnlichen Lampen durch elektrisches Glühlicht zu ersetzen, welches sich von einer Zentralstelle aus entzünden läßt und auch keiner Brennstofferneuerung bedarf. Als Nachteil ist auch noch zu verzeichnen, daß zugleich mit den schädlichen Insekten nützliche eingefangen und vernichtet werden.

Von einem gewissen Nutzen können die Fanglampen dadurch werden, daß sie anzeigen, ob die Flugzeit einer bestimmten Schädigerart eingetreten ist oder nicht. Auf diesem Wege lassen sich festere Anhalte für die Vornahme anderweitiger Bekämpfungsverfahren, beispielsweise von Bespritzungen, gewinnen.

Eine besonders eingehende Durcharbeitung hat das Fanglampenverfahren mit Bezug auf die dem Weinstocke schädlichen Kleinschmetterlinge wie Conchylis, Eudemis und Pyralis erfahren. Die genannten Schädiger bilden zugleich ein recht gutes Beispiel dafür, daß die Fanglampe nur dann ein befriedigendes Ergebnis liefert, wenn die biologischen Eigentümlichkeiten des einzufangenden Schädigers voll berücksichtigt werden.

Der bekreuzte Traubenwickler (Eudemis botrana) fliegt von Sonnenuntergang bis Nachteintritt, kommt für den Lampenfang also kaum in Frage. Sauerwurmmotten (Conchylis ambiguella) und Springwurmwickler (Pyralis vitana) fliegen nur in stillen dunklen Nächten. Bei niederer Erziehung sind die Lampen für den Fang von Springwurmwicklern am besten auf den Boden zu stellen, für die Sauerwurmmotten in Bogrebenhöhe. Die günstigste Abendtemperatur für einen ergiebigen Mottenfang beträgt 16—17° C. Gewitterneigung und leichter warmer Regen erhöhen das Fangergebnis. Für die erste Flugperiode der Motten versprechen die Lampen keinen Nutzen. Das Überstülpen von Drahtnetzen über die Lichtquelle ist nicht empfehlenswert. Mit Rücksicht darauf, daß die Weibchen ihre Eier nach und nach ablegen, muß der Fang über eine längere Zeit ausgedehnt werden. Viele Lampen mit mittlerer Brennstärke sind wenigen Lampen mit hoher Lichtstärke vorzuziehen. Eudemis und Conchylis werden (Vermorel. Pr. a. v. 54. 70) in verschieden starkem Maße vom Licht angezogen. Letztere fliegt in die Lichtquelle hinein, wenn sie sich ihr bis auf 25 m genähert hat, Eudemis tut das unter denselben Verhältnissen nicht.

Die auf den Hektar aufzustellende Anzahl von Lampen wird recht verschieden angegeben. Im allgemeinen dürften 20—25 Stück kleine, einfache Petroleumlampen auf den Hektar Reben genügen.

Furrer-Zeller (Schweizer landw. Zeitschr. **1910**. 589) empfahl den Maikäferfang durch Licht. Pospelow (Die Landwirtschaft. **1906**. Nr. 34; russisch) verwendete es gegen Eurycreon sticticalis, wobei er die Erfahrung machte, daß die Fangergebnisse je nach dem Entwicklungsverlauf des Schädigers recht verschieden ausfallen. Nur wenn die Hauptflugtage getroffen werden, ist Aussicht auf einen lohnenden Fang vorhanden. In der Zeit vom 19. Mai bis 10. Juni fielen die Hauptfangtage auf den 2.—5. Juni. Anfänglich herrschten die Männchen, später die Weibchen vor. Ohne Erfolg blieben die Fanglampen bei Parker (Bull. 82. B. E. **1910**. 33) gegen die Hopfenblattlaus (Phorodon humuli).

Elektrizität.

Die Verwendung der Elektrizität zur Beseitigung von Pflanzenschädlingen ist über die Anfänge noch nicht hinausgelangt. Von Gaßner (B. B. G. **1907**. 26) wurde darauf hingewiesen, daß sich die elektrischen Wechselströme zur Vertilgung von Bodeninsekten eignen. Die Pflanzen sind für derartige Ströme ziemlich unempfindlich, während Niedertiere ihren Einwirkungen verhältnismäßig rasch erliegen. Auf dem vorbezeichneten Wege gelang es ihm, Engerlinge und Regenwürmer in Vegetationskästen ohne Nachteile für die Pflanzen abzutöten.

Wiederholt ist der Versuch unternommen worden, die Rebläuse mit Hilfe elektrischer Einwirkungen zu vernichten (Fuchs, Janson. D. L. Pr. **1906**. Nr. 36), bisher aber ohne greifbaren Erfolg. Ebensowenig hat sich eine fahrbare Vorrichtung von Lokuzejewsky (Ö. L. W. **1904**. 346) zur massenhaften Vertilgung von Feldinsekten auf elektrischem Wege einzuführen vermocht. Ihre Einrichtung ist derart, daß sie die Erzeugung von Stromspannungen in der Stärke von 350000 Volt und 500 mm langen Funken zuläßt. Der eine Pol des Induktors endet in einen am Boden entlang rollenden oder sich in die Erde eingrabenden Kontakt, der andere in einer Reihe von Metallbürsten, welche nach Belieben dem Boden genähert oder von ihm entfernt werden können. Beim Bewegen der Vorrichtung über das Feld springen die Funken aus den Bürsten auf die Erde über. Auffallenderweise haben sich hierbei die hartschaligen Insekten, wie Anisoplia austriaca und Cleonus punctiventris weit empfindlicher erwiesen als Gryllotalpa vulgaris.

Rota (nach Pr. a. v. 52. **1909**. 216) hat den Vorschlag gemacht, die Hertzischen Wellen zur Verhütung von Hagelbildung auszunutzen. Er hofft mit denselben die nämlichen Wolkenerschütterungen wie mit Hagelkanonen und Hagelflinten, hervorbringen zu können.

In jüngster Zeit machte Beauchamp (Pr. a. v. **1912**. Bd. 1. 80) den Vorschlag, die Elektrizität in der Weise zur Hagelverhütung auszunutzen, daß eine besondere Form von Blitz- bezw. Elektrizitätsableiter aufgestellt wird, dem die Aufgabe zufällt, einen beständigen Ausgleich der Luft und der Bodenelektrizität herzustellen und damit eine der Grundlagen für die Hagelbildung zu beseitigen. Naturgemäß kann das vorgeschlagene Mittel dort nicht von Nutzen sein, wo Hagelbildung unter Ausschluß der Elektrizität stattfindet.

Die mechanischen Bekämpfungsmittel.

Alle Einrichtungen und Vorgänge, welche den Zweck verfolgen, krankheitserregende Einflüsse auf rein mechanischem Wege von der Pflanze fernzuhalten oder zu entfernen, sind als mechanische Bekämpfungsmittel anzusprechen. Die ältesten von Menschenhand betätigten Heilmittel gegen Pflanzenbeschädigungen sind jedenfalls mechanischer Natur gewesen. Heuschreckenlarven, Raupen und sonstige feldschädliche Gewürme wurden einfach gesammelt und zertreten oder zerstampft, Brandähren ausgerauft, käferhaltiges Saatgut in Wasser eingetaucht und anderes mehr. Im 11. Buche Kap. 29 seiner Naturgeschichte weist Plinius auf ein solches Mittel seiner Zeit hin, welches in Form einer Verordnung das Zerquetschen der Heuschrecken zur Pflicht machte. „In Cyrenaica regione lex etiam est ter anno debellandi eas, primo ova obterendo, dein fetum, postremo adultos . . . . . .“

Heute noch spielen die mechanischen Bekämpfungsmittel eine bedeutende Rolle, wenngleich ihr Gebrauch durch die Einführung neuzeitlicher Insektizide und Fungizide erheblich, aber nicht immer mit Recht, zurückgedrängt worden ist. Fast mehr noch als die chemischen, stützen sich die mechanischen Bekämpfungsmittel auf die besonderen Eigentümlichkeiten des Krankheitserregers. Nirgends im Bereiche der Pflanzenpathologie tritt die Notwendigkeit eingehendster erschöpfender ätiologischer Aufhellung so scharf zutage als bei der Nutzbarmachung mechanischer Hilfsmaßnahmen. Ein schlagendes Beispiel hierfür bildet die Vernichtung der Rübennematoden (Heterodera schachtii) nach dem weiter unten zu beschreibenden Fangpflanzenverfahren von Kühn.

Die Zahl der mechanischen Bekämpfungsmittel und ihre äußere Verschiedenheit ist eine sehr große. Sie lassen sich aber auf eine verhältnismäßig geringe Anzahl von Grundtypen und zwar die folgenden zurückführen:

1. Einfache Abhaltung des Krankheitserregers.
2. Entfernung des Schadenerregers von der Pflanze durch Hinleitung und Ansammlung an einer bestimmten Stelle.
3. Entzug der zur ungestörten Entwicklung des (organischen) Schadenurhebers erforderlichen Lebensbedingungen.
4. Vernichtung des Parasiten durch die verschiedenen Arten von Druck.

Während die zur Type 1 gehörigen Mittel sowohl gegen organische wie gegen anorganische Krankheitsanlässe Verwendung finden können, eignen sich die Mittel der Typen 2—4 nur gegen tierische und pflanzliche Parasiten.

Abhaltungsmittel.

Die hierher gehörigen Maßnahmen leisten Dienste gegen höhere und niedere Tiere, Einflüsse atmosphärischen Ursprunges und unerwünschte physiologische Vorgänge im Pflanzenkörper.

a) Fernhaltung von Lebewesen.

Soweit es sich um parasitäre Lebewesen handelt, wird die Fernhaltung von der zu schützenden Pflanze in der Hauptsache erreicht durch die Errichtung einer irgendwie gearteten Schranke oder durch eine Vergällung des gefährdeten Pflanzenteiles.

Abhaltung durch Schrankenerrichtung.

Die Wirkung der verschiedenartigen Schranken beruht darauf, daß durch sie ein Hindernis aufgerichtet wird, welches dem Schadenerreger den Zutritt zu seiner Wirtspflanze unmöglich macht. Eine Beeinträchtigung der letzteren durch das verwendete Mittel darf dabei naturgemäß nicht stattfinden. Im allgemeinen mißlingt auf diesem Wege die Abhaltung sehr kleiner Objekte, wie Pilzsporen, Milben, Blasenfüße, Insekten mit gutausgebildetem Spring- oder Flugvermögen von den Nutzgewächsen. Geeignet für die Abwehr durch eine Schranke sind dahingegen alle Nagetiere, die Larven der Insekten, bestimmte Arten von Rüsselkäfern, Schmetterlingsweibchen, welchen die Flügel ganz oder doch soweit fehlen, daß sie zu Flugbewegungen nicht befähigt sind, Würmer usw.

Der Schutzgraben. Dieser besteht aus einer grabenförmigen Vertiefung mit senkrecht abgestochenen Wandungen, welche derart angebracht wird, daß sie ihren Platz zwischen den zu schützenden Pflanzen und den herankommenden Schädigern erhält. Nach der Art der letzteren ist die Tiefe und Breite des Grabens zu bemessen. Handelt es sich um die Abhaltung von Feldmäusen oder Hamstern, so machen sich ziemlich tiefe und nicht zu schmale Gräben erforderlich. Außerdem erscheint es ratsam, zur Sicherstellung des Erfolges in die Grabensohle tiefe, glasierte, etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllte Töpfe, am besten von der Form der nach oben etwas eingeengten Einmachetöpfe, einzulassen. Die auf der Grabensohle entlang laufenden Schädiger fallen in die irdenen Gefäße und ertrinken hier.

Recht gut eignen sich die Schutzgräben auch gegen feldschädigende Rüsselkäfer, welche ein Flugvermögen nicht besitzen, wie es z. B. beim Luzerne-Lappenrüßler, Otiorrhynchus ligustici, der Fall ist. Genannter Schädiger hat die Eigentümlichkeit, ostwärts zu wandern. Es müssen deshalb die zu seiner Fernhaltung dienenden Gräben immer ostwärts von dem Ackerplane (gewöhnlich Klee oder Luzerne), auf welchem er ausgekommen ist, angelegt werden. Ratsam bleibt es freilich, sich auf alle Fälle über die Marschrichtung des Insektes vorher Klarheit zu verschaffen. Der Käfer vermag die Grabenwandung, wenn sie von genügender Steilheit ist, nicht emporzuklettern. Immer und immer wieder fällt er bei seinen Versuchen, das Nachbarfeld zu erreichen, zurück. Werden in die Grabensohlen dann noch in Entfernungen von 5—10 m flache Gegenstände wie Bleche oder Holzdeckel, Leinwandlappen, Dachziegel usw. eingelegt, so findet, wie

weiter oben dargelegt wurde, eine selbsttätige Ansammlung der Käfer unter diesen Gegenständen, namentlich während der kühlen Tageszeit statt. Hierdurch wird eine bequeme Vernichtung der Schädiger ermöglicht.

Eine dritte Verwendungsweise der Schutzgräben ist gegen bodenbewohnende Niedertiere gerichtet, welche sich in nicht allzu großer Tiefe unter der Bodenoberfläche aufhalten, bezw. fortbewegen. So kann durch Schutzgräben die Abwanderung von Rübennematoden und von Getreidelaufkäferlarven (Zabrus gibbus) in gesunde Ackerpläne verhindert werden. Empfehlenswert ist es in solchen Fällen, noch eine ätzende Masse, wie Ätzkalk auf die Grabensohle zu bringen, da Aussicht besteht, daß hierdurch die etwa auf und dicht unter die Grabensohle gelangenden Schädiger vernichtet werden. An Stelle des Ätzkalkes ist bei Zabrus gibbus auch Superphosphat mit Erfolg verwendet worden.

Die Blech- und Papierschranke. Sie leistet im großen und ganzen die nämlichen Dienste wie der Schutzgraben, denn das Wirksame an ihr ist die aufwärts gerichtete glatte Fläche, welche dem Vordringen des Schädigers ein

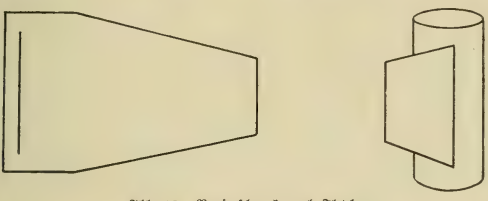


Abb. 16. Papierschranke nach Fletcher.

Ziel setzt. Sie ist in erster Linie gegen die Schwärme von Heuschreckenlarven (Fußgänger) dort zur Anwendung gebracht worden, wo derartige Ansammlungen eine regelmäßig eintretende Erscheinung bilden, beispielsweise in Uruguay. Einen erheblichen Nachteil im Großbetriebe bildet der hohe Preis einer solchen Blechschranke, weshalb sie vielfach ersetzt wird durch Leinwandzäune, deren oberer Rand einen Anstrich von Fett oder Teer erhalten hat. In gärtnerischen und in Glashausbetrieben wird vielfach die von Fletcher (Report Exper. Farms. Ottawa. **1900**. 1 u. 9) empfohlene (Abb. 16), aus einem Kartenblatt hergestellte Schranke mit gutem Erfolge verwendet.

Für den gleichen Zweck hat Britton (Jahresber. Connecticut **1909**. 832) noch eine Teerung des Papierstreifens vorgenommen und dann gefunden, daß dadurch Kohlfliegen (Anthomyia brassicae), sofern der Streifen rechtzeitig angelegt wird, von der Eiablage an die Kohlpflanzen abgehalten werden.

Gibson (Bull. 70. Exper. Farms. Canada) empfahl junge, gegen den Fraß der Agrotidenraupen (Peridroma saucia, Agrotis ypsilon, Euxoa scandens, Noctua c-nigrum, Feltia ducens u. a.) zu schützende Pflanzen mit einem Blechzylinder zu umgeben.

Der Leimring verfolgt den Zweck, durch seine Klebekraft heranwandernde Insekten festzuhalten. In seiner Anwendungsmöglichkeit ist er auf Bäume, in

seiner Leistungsfähigkeit auf die Abhaltung aufbäumender Insekten, namentlich Raupen, flügellose Schmetterlingsweibchen und Rüsselkäfer beschränkt. Aber auch gegen bereits aufgebäumte Insekte dieser Art kann der Leimring von Nutzen werden, nämlich dann, wenn sich letztere beim Anprellen der Äste und Zweige zu Boden fallen lassen. Ihre Hauptverwendung finden die Leimringe im Obst- und im Waldbau. Schädiger, welche durch sie von den Obstbäumen abgehalten werden, sind die Raupen vom Ringelspinner (Gastropacha neustria), Schwammspinner (Liparis dispar) und Goldafter (Euproctis chrysorrhoea), die Weibchen des kleinen Frostspanners (Cheimatobia brumata), von Orgyia und Apfelblütenstecher (Anthonomus pomorum). Im Walde dient der Leimring zur Abhaltung der Nonnenraupen (Liparis monacha), von Lasiocampa pini, daneben auch der Schwammspinnerraupen und des Goldafters. Wenn es der Zustand der Baumrinde gestattet, d. h. wenn dieselbe bereits soweit verkorkt ist, daß der Leim nicht mehr durch sie hindurch in die Nähe des Kambium dringen kann, verdient die Auftragung der Leimmasse unmittelbar auf den Stamm den Vorzug. Bäume mit empfindlicher Rinde sind erst mit einem Streifen von undurchlässigem Papier als Unterlage für den Klebestoff zu umbändern. Hierbei ist Sorge dafür zu tragen, daß zwischen Stamm und Papier keine Hohlräume bestehen bleiben, durch welche hindurch Schädiger unter Umgehung des Klebstoffringes auf die Bäume gelangen können. Ein geeignetes Mittel zur Ausfüllung von Hohlräumen ist mäßigfeuchter Ton oder Lehm. Unter dem Einfluß der Witterung nimmt auch die Klebkraft des besten Raupenleimes und damit die Wirksamkeit der Leimringe ab. Ein Haupterfordernis bildet deshalb neben der Verwendung eines sehr guten Leimes die wiederholte Prüfung der angelegten Ringe auf den Grad der ihnen verbliebenen Klebekraft.

Als einen sehr brauchbaren Raupenleim habe ich den von Ludwig Polborn Nachf., Berlin, welcher auch vom preußischen Ministerium für Landwirtschaft sowie von der Königl. Lehranstalt in Geisenheim empfohlen wurde, befunden. Nach neueren Mitteilungen von Lüstner (Ber. G. **1909**. 135) wird diese Marke aber hinsichtlich Güte und Dauer der Klebkraft noch von dem Floria-Raupenleim der Firma Nördlinger, Flörsheim a. M. übertroffen. Gelegentlich ist einfache Wagenschmiere, deren Klebekraft etwa 3—5 Monate vorhalten kann, als Ersatzmittel empfohlen worden. Die Klebschicht ist mindestens 8 cm breit und 3 bis 4 mm dick aufzutragen. Leimsorten, welche unter dem Einfluß der Sonne vom Bande abtropfen, sind unbrauchbar.

Die Staubschranke, eine neuerdings in den nordamerikanischen Präriestaaten zur Anwendung gelangte Maßnahme, verfolgt den Zweck, die Abwanderung der in Getreidefeldern vorhandenen Tschintschwanzen (Blissus leucopterus) in benachbarte Maisfelder usw. zu verhüten. Zu diesem Zwecke wird rund um das verseuchte Feld vermittels geeigneter Ackergeräte ein etwa 2 m breiter Streifen Erdreich in staubfeine Masse verwandelt und an der Außenseite des Staubstreifens außerdem noch ein seichter Graben ausgepflügt und mit Staub angefüllt. Durch den Staub als solchen und zugleich durch die von ihm entwickelte Hitze werden die Wanzen vom Abwandern zurückgehalten. Chittenden (Bull. B. E. 109. 22)

empfahl die Staubschranke auch gegen die Raupen der Rübengespinstraupe (Pachyzancla bipunctalis).

Die Teerschranke hat die nämliche Aufgabe wie die Staubschranke. Sie tritt an deren Stelle sobald als regnerisches Wetter die Verarbeitung des Erdreiches zu Pulver nicht gestattet oder den schon aufbereiteten Staub zusammenschlämmt. Kohlenteer der Gaswerke eignet sich am besten. Bei trockenem Wetter machen die vom Wind verwehten und vom Teer festgehaltenen Erdbodenteilchen diese Schranke sehr bald unwirksam. Sie ist deshalb am besten nur bei feuchtem Wetter zu verwenden.

Die Asphaltschranke. Gewisse Insekten haben die Eigentümlichkeit, ihre Eier an den Stammgrund von Bäumen abzulegen, beispielsweise Sanninoidea pacifica und S. exitiosa an Pfirsichbäume. Als Mittel zur Abhaltung dieses Schädigers von seiner Wirtspflanze hat deshalb Morris (Bull. 228. Kalifornien) die Überkleidung des Stammgrundes der Pfirsichen bis zu der für die Eiablage nicht mehr in Frage kommenden Höhe mit einer Schicht von zähflüssigem Asphalt in Vorschlag gebracht.

Die Sandschranke. Lagernde Kartoffelknollen sind vor Beschädigungen durch die (namentlich an der Schale und dem benachbarten Knollengewebe nagenden) Larven von Phthorimaea operculella, der neuerdings vielgenannten Kartoffelmotte, geschützt, wenn sie in Sand eingebettet werden. Im Sandboden wachsende Weinstöcke bleiben von den Angriffen der Reblaus (Phylloxera vastatrix) verschont, wobei freilich fraglich ist, ob dieser Schutz auf rein mechanischem Wege oder nicht vielleicht auch durch physikalische Vorgänge (starke Erhitzung) hervorgerufen wird.

Die Gazeschranke gelangt namentlich dort zur Anwendung, wo die Belegung von Pflanzen mit den Eiern schädlicher Fliegen verhindert werden soll. Sie besteht in der Einhüllung der zu schützenden Pflanzen mit einem Gazeschleier, welcher zwar Licht, Luft und Regen, nicht aber Insekten durch seine Maschen hindurchläßt. In Südafrika wird nach Mitteilung von Mally (Agr. Journ. Cape Good Hope. 34. **1909**. 620) die Umnetzung der Obstbäume zur Abhaltung der Fruchtfliegen (Ceratitis capitata) vorgenommen. In gleicher Weise können auch andere Fruchtfliegenarten wie Tephritis, Rhagoletis, Dacus oleae an der Eiablage auf Früchten verhindert werden. Fraglich bleibt nur, ob das Verfahren in der Praxis nicht zu große Kosten und Umstände verursacht. Sehr empfehlenswert ist die Verwendung der Gazeschranke für die Saatbeete, deren Inhalt den Angriffen schädlicher Insekten ausgesetzt ist. Die Kästen werden einfach derart mit Gaze überspannt, daß die in Frage kommenden Schädiger nicht an die Saatpflänzchen herangelangen können. Es empfiehlt sich auf diese Weise junge Kohl- und Runkelsetzlinge vor der Blumenfliege (Anthomyia) bezw. deren Maden und den Tabak (Circ. 133. B. E.) vor Epitrix zu schützen.

Eine besondere Art der Fernhaltung von schädlichen Vogelarten aus den Obstpflanzungen hat McAtee (Y. D. A. **1909**. 185) in Vorschlag gebracht, nämlich die Anpflanzung von Maulbeerbäumen am Rande der Obstanlagen. Er hat

gefunden, daß die Vögel das Obst ungestört lassen, solange als ihnen Maulbeerbäume zur Verfügung stehen.

2. Abhaltung durch Vergällung (Denaturierung).

Manche insekten- und saatfressenden Vögel lassen sich dauernd oder doch einige Zeit hindurch von ihrer schadenbringenden Tätigkeit abhalten, wenn dem Gegenstande ihres Fraßes eine unnatürliche Farbe oder ein abstoßender Geruch verliehen wird. Dieses Verfahren ist namentlich als Abwehrmittel gegen Krähenschäden im Gebrauche. Zwei viel verwendete Stoffe sind die brennendrote Mennige und das sehr unangenehm riechende Franzosenöl. Schwartz (M. B. A. 12. 34) hat neuerdings eine Anzahl anderweitiger Farb- und Geruchstoffe auf ihre Brauchbarkeit zur Verhütung von Krähenfraß untersucht und dabei gefunden, daß von der Saatkrähe am meisten die blaue, am wenigsten die rote Farbe verabscheut wird und daß sich Kreolin sowie Anilingrün am billigsten im Gebrauche stellen. Er empfiehlt auf 100 kg Samenkörner 8 l Vergällungsflüssigkeit und 200 g Tischlerleim, sowie vom Preußisch Blau 400—1000 g, vom Aloepulver 600 g, vom Kreolin 250 g zu verwenden.

Auch bei verschiedenen Insekten ist die Wahrnehmung gemacht worden, daß sie ihre gewohnten Wirtspflanzen nicht mehr aufsuchen, wenn die Blätter derselben eine andere Färbung erhalten haben, beispielsweise durch die Bespritzung mit Kupferkalkbrühe.

b) Die Abhaltung nachteiliger Witterungseinflüsse.

Angesichts der ganz beträchtlichen, zumeist große Landstriche umfassenden Schädigungen gewisser atmosphärischer Einwirkungen bildet die Auffindung von Mitteln zur erfolgreichen Abhaltung derartiger Naturereignisse eine fortgesetzte Forderung der Acker-, Obst- und Weinbauer, namentlich aber der letztgenannten. In Frage kommen dabei hauptsächlich der Frost und der Hagel, nebenher auch noch Wind und die Fallwirkung des Regens. Es ist wiederholt versucht worden, gegen diese beiden Übel Schutz durch mechanische Hilfsvorrichtungen zu schaffen.

Frostschutzmittel. Alle mechanischen Frostschutzmittel beruhen auf der Tatsache, daß die Pflanze um so leichter gefriert, je ungehinderter dieselbe und der Erdboden ihre Eigenwärme in den Weltenraum ausstrahlen können, d. h. also je klarer der Himmel ist, daß dieser Wärmeverlust aber um so geringer ausfällt, je mehr von einer im Weltenraum befindlichen Masse die ausgestrahlte Pflanzenwärme wieder zurückgeworfen wird. Unter natürlichen Verhältnissen bilden Wolken, Rauchgase, Nebel usw. eine solche Wärmeschutz gewährende Masse. Aufgabe der Frostschutzmittel bildet es nun, im Bedarfsfalle künstlich einen solchen Schutz gegen fortgesetzte Ausstrahlung der eigenen Pflanzenwärme in den Weltenraum herzustellen. Dieser Schutz kann in der Hauptsache auf zwei Wegen erreicht werden. Einmal durch Einschiebung künstlicher wolkenartiger Massen zwischen Pflanze und Weltenraum und sodann durch Überdeckung der Pflanzen mit einer festen greifbaren Fläche. Von diesen beiden Frostabwehrarten verdient die künstliche Wolkenbildung den Vorzug infolge ihrer größeren Einfachheit und Wohlfeilheit gegenüber den Frostschutzflächen. Allein die Aufstellung und Entfernung

der letzteren, sei es nun, daß es sich dabei um Leinwandbahnen, Strohmatten, Reisig, Stroh-, Papp-, Sackleinwand- oder Blechhauben, Schutzhülsen, alte Faßdauben, Röhren usw. handelt, bereiten, ganz abgesehen von den Anschaffungskosten, einen derartigen Aufwand von Arbeitskräften, daß die Frostschutzflächen sich nur für sehr wertvolle Pflanzenkulturen oder für gärtnerische Betriebe, keineswegs aber für Anbaue im großen eigenen. Dort, wo Anschaffungs- und Arbeitskosten nicht von ausschlaggebender Bedeutung sind, besitzen die Frostschutzflächen gegenüber den künstlichen Frostschutzwolken allerdings den Vorzug, daß sie überall unbeschränkt verwendbar sind und daß ihre Wirkung eine vollkommen gesicherte ist. Gerade diese beiden Umstände bilden die schwache Seite der im übrigen empfehlenswerten Frostschutzrauchwolken, denn diese verrichten nur dann den erwarteten Dienst, wenn die Örtlichkeit und die Windverhältnisse es gestatten, d. h. derart beschaffen sind, daß eine Zerteilung und Verstreuung der über den schutzbedürftigen Kulturen erzeugten künstlichen Rauchwolken nicht erfolgt. Mit anderen Worten: Frostschutz durch Rauchwolken ist angezeigt in engen Tälern oder Talkesseln bei windstillem Wetter, dagegen nicht in der Ebene und nicht bei starker Luftbewegung. Bei der Durchführung des Rauchwolken-Frostschutzes bilden im übrigen noch eine Vorbedingung für das gute Gelingen 1. die rechtzeitige Erkenntnis herannahender Frostgefahr, 2. die Bereithaltung einer brauchbaren Masse zur Erzeugung von Rauchwolken, 3. die schleunige Durchführung und sachgemäße Überwachung des Verfahrens. Ein zuverlässiges Hilfsmittel zur richtigen und rechtzeitigen Erkennung des Zeitpunktes, zu welchem mit dem Abbrennen der Räuchermassen zu beginnen ist, steht in dem Frostwehrthermometer von Maresch & Kappeler, Wien, zur Verfügung. Im allgemeinen liegt die kritische Zeit zwischen $2^1/_2$ und $5^1/_2$ Uhr morgens. Bezüglich der Brauchbarkeit der verschiedenen im Handel befindlichen Räuchermassen gehen die Urteile erheblich auseinander. Verhältnismäßig am besten bewährt hat sich bisher der einfache Steinkohlenteer. Die mit den Lemströmschen Fackeln (Torfzylinder von 20 cm Höhe und 15 cm Durchmesser, welche mit einem Gemisch aus Kohle, Teer, Harz und Torfmull angefüllt sind) erzielten Erfolge haben vielfach (Behrens, W. u. W. **1905**) nicht befriedigt. Auch die in Frankreich vielfach verwendeten „Foyers Lestout“ leisten nicht immer das nämliche wie der einfache Teer (Reichenbach, M. W. K. **1902**. 53; Castella, J. A. V. **1910**. 597). Hooper (J. B. A. **1907**. 23) bediente sich zur Raucherzeugung einer Mischung von Kreosot, Naphtalin und etwas Wasser, von welcher 4 l etwa $3—3^1/_2$ Stunden ausreichten. Unter den gebrauchsfertigen Räuchermassen wird die von Nördlinger in Flörsheim a. M. durch die Königl. Lehranstalt in Geisenheim sehr empfohlen. Das Mittel bildet eine feste, dabei aber leicht auf kleine Gefäße verteilbare Masse, welche beim Brennen im Gegensatz zum Teer fast gar keine Schlacken hinterläßt und auch nicht so oft wie dieser umgerührt zu werden braucht. In der großen Praxis hat bis jetzt der Steinkohlenteer in Rücksicht auf seinen niedrigen Preis und die bequeme Beschaffung die Oberhand behalten. Es wird in kleine Erdgruben, Blechbüchsen, Pfannen oder kleine zweirädrige Karren gefüllt und unter Zuhilfenahme von Stroh, Hobelspänen usw. angezündet. Die in Erdgruben angebrachten Rauch-

stellen sind zu verwerfen, einmal weil ein Teil des Teeres in den Boden einsickert, und sodann, weil es sich dabei um vollkommen festgelegte Raucherzeugungsstellen handelt. Viel zweckmäßiger sind die fahrbaren Teerbehälter, weil diese je nach der Windrichtung ohne großen Zeitverlust dem jeweiligen Bedarf entsprechen, aufgestellt werden können. Eine bestimmte Angabe über die Anzahl der für eine gegebene Fläche aufzustellenden Rauchquellen läßt sich nicht machen, denn es spielt bei der Bemessung die örtliche Lage und die Stärke der Luftbewegung eine maßgebende Rolle. In der Umgebung der durch ihren wohlgeordneten Räucherdienst bekannten Stadt Kolmar werden unbewegliche Feuer aus 40 kg Teer an Kreuzwegen, kleine ebenfalls unbewegliche Feuer von 10 kg Teer auf schmalen Wegen in Entfernungen von 100 m aufgestellt. Außerdem werden aber, soweit als das möglich ist, zwischen diesen Feuerstellen bewegliche Feuer hin- und hergefahren. Für 1 ha Fläche sind im allgemeinen 100 Brandstellen erforderlich.

Die Hagelabwehr. Maßnahmen zur Abwehr der verheerenden Wirkungen des Hagelfalles haben sich namentlich in dem die Alpen umgebenden Vorgelände als Erfordernis bemerkbar gemacht. Das bisher zur Verwendung gelangte Gegenmittel besteht in einer mechanischen Erschütterung derjenigen Luftbereiche, in denen sich die Bildung des Hagels vollzieht. Als Mittel zur Erreichung dieses Zweckes haben bis jetzt fast ausschließlich gedient die sogenannten Hagelkanonen und die Hagelraketen. Den letzteren wird nachgerühmt, daß sie einfacher, ungefährlicher in der Handhabung und billiger als die Hagelkanone sind. Nach Oberlin (W. u. W. 21. **1903**. 305) kosten 40 Raketenschüsse 80 M, 40 Kanonenschüsse dahingegen 256 M. Dabei soll die Erschütterung inmitten einer Gewitterwolke beim Zerplatzen einer Rakete größer sein als beim Schuß aus der Hagelkanone. Zum Schlusse des verflossenen wie zum Beginn des neuen Jahrhunderts waren zahlreiche Hagelabwehren in Tätigkeit. So in Tirol, in der Schweiz, Frankreich und Italien, wiederholt wurden Hagelabwehrkongresse abgehalten und eine ziemlich umfangreiche Literatur beschäftigte sich mit dem Gegenstande. Trotz dieser vielseitigen Förderung hat die Bekämpfung des Hagelfalles mit Hilfe der Hagelkanonen bezw. Hagelraketen nicht festen Fuß zu fassen vermocht. Der Grund für diesen Mißerfolg ist in der mangelhaften Kenntnis über die Vorgänge, welche zur Hagelbildung führen, zu suchen. Ohne diese Kenntnisse bleibt das Hagelschießen ein auf vollkommen unsicherer Grundlage beruhendes, in seinen Erfolgen zu sehr dem Zufall anheimgegebenen Verfahren. Zwar haben in neuerer Zeit Monti (Bull. Min. Agr. Paris. **1902**. 711) und Nolibois (Pr. a. v. 42. **1904**. 242) Deutungen der Hagelbildung gegeben, eine Förderung des Hagelabwehrverfahrens ist dadurch aber nicht erzielt worden. Zur Zeit halten einige Gegenden Frankreichs noch an ihm fest, Vidal, der Hauptverteidiger desselben, sucht fortgesetzt dem Verfahren sichere Grundlagen zu geben.

Abhaltung von Wind- und Regendruckschäden. Die Lagerung des Getreides, deren Ursachen in erster Linie wohl in Ernährungsstörungen, sodann aber in atmosphärischen Einwirkungen (Druck von Wind oder Regenwasser) bestehen, sucht Minière (Pr. a. v. **1910**. Bd. 1. 166) durch den Einbau eines Stütz-

gerüstes von Draht in die Getreidefelder zu verhüten. Zu diesem Zwecke werden bereits im Frühjahr im Verbande von 70 cm Holzpfähle in die Erde gestoßen und an den freistehenden etwa 1 m über dem Boden befindlichen Enden mit Draht verbunden. Kurz vor der Ernte ist das Stützgerüst wieder zu entfernen. Das Verfahren erfordert einen Kostenaufwand von 400 M auf den Hektar, und kann deshalb wirtschaftlichen Wert nicht beanspruchen.

Ansammlung von Pflanzenschädigern an einer bestimmten Stelle.

Die Vorliebe für eine bestimmte Nahrung, der Anreiz, welchen gewisse Gerüche auf Insekten ausüben, mangelhaftes oder gänzlich fehlendes Flugvermögen und andere Eigentümlichkeiten bilden geeignete Grundlagen für die Ansammlung von Pflanzenschädigern an einem passenden Orte, wo sie dann ohne erhebliche Mühe vernichtet werden können.

Zweckmäßigerweise ist zu unterscheiden zwischen unselbständig und selbsttätig arbeitenden Aufsammlungsvorrichtungen. Im erstgenannten Falle muß die fangende Kraft den Schädiger aufsuchen, oder dem Sammelgerät zutreiben, im letzteren begibt sich der Schädiger selbst zum Fanggerät. Beide Formen haben ihre Vorzüge und Nachteile. Entscheidung über die Wahl kann nur im Einzelfalle und unter Berücksichtigung des biologischen Verhaltens des Parasiten getroffen werden.

a) Unselbständige Fangvorrichtungen.

Die einfachste mechanische Sammelvorrichtung stellt das uralte Auflesen der Schädiger mit der Hand dar. Es ist gegenwärtig nur noch im kleinen ausführbar oder dort, wo billige Arbeitskräfte in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Angezeigt ist das Ansammeln zur Vernichtung der im Fallobst enthaltenen Carpocapsa- und Selandria-Larven, weil hierbei die Kosten der Sammelarbeit durch den Ertrag aus dem Fallobst hinlänglich gedeckt werden.

Als Beispiel für die gute Wirkung des Fallobstauflesens sei auf Feststellungen von O'Kane (J. e. Ent. 4. **1911**. 173) hingewiesen. Es gelang ihm zu vernichten Maden von Rhagoletis pomonella bei

Frühäpfeln	mit 2 mal	Aufsammeln in der Woche	97,6 v. H.
Herbstäpfeln	„ 1 mal	„ „ „ „	99,6 „
Winteräpfeln	„ 1 mal	„ „ „ „	98,2 „

Auch in den Baumwollpflanzungen der Vereinigten Staaten erfolgt die Aufsammlung der mit Rüsselkäferlarven (Anthonomus grandis) behafteten Kapseln gegenwärtig noch im Handbetriebe. Bereits zu Boden gefallene, angestochene Kapseln werden dahingegen vermittelst einer besonderen Kettenegge zu Haufen zusammengefegt. Einfache Handarbeit ist auch noch beim Einsammeln der in Ringen (Gastropacha neustria, Malacosoma americana) oder in Schwämmen (Liparis dispar) oder in Paketen (Heuschrecken) abgelegten Eimassen, beim Abschneiden der sogenannten Raupennester (Euproctis chrysorrhoea) sowie bei der Entrindung der mit Schildläusen besetzten Baumstämme und bei den unter der Rinde der Weinreben sitzenden Heu- bezw. Sauerwurmpuppen am Platze.

Ein bereits etwas weiter ausgebildetes Handsammelverfahren liegt in den Klebefächern vor, mit denen der Fang von Heu- und Sauerwurmmotten betrieben wird. Das in seiner Form an einen Tennisschläger erinnernde Gerät ist beiderseitig mit einer fängischen Masse wie Teer, Sirup, Raupenleim bestrichen, an welcher die Falter haften bleiben (Abb. 17). Mit den Klebfächern ausgerüstete Schulkinder werden durch die Weinberge hindurchgeschickt, wobei ihnen die Aufgabe zufällt, die auffliegenden Heu- und Sauerwurmmotten mit der Klebefläche zu erhaschen. Obwohl gelegentlich auf diesem Wege ganz beachtenswerte Sammelleistungen erzielt werden, dürfte dem Verfahren kaum eine Zukunft beschieden sein.

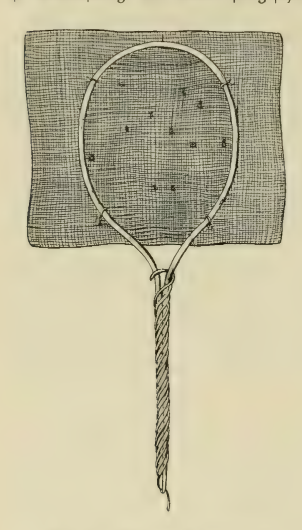


Abb. 17. Rheingauer Klebefächer.

Die Gewohnheit vieler Insekten, sich bei der geringsten Erschütterung ihres Aufenthaltsortes zu Boden fallen zu lassen, hat zur Verwendung der Fangtrichter, -schirme, -tücher und -schiffchen als Sammelgeräte geführt. Dieselben werden unter den Aufenthaltsorten der betreffenden Schädiger derart aufgestellt, daß beim Anprellen der Bäume oder beim Schütteln der Pflanze die Hauptmenge der herabfallenden Insekten auf die Auffangfläche gelangt. So läßt eine Vereinigung von Weinbauern in der Gironde (Pr. a. v. 1912. II. 554) die Erdflöhe von den Reben durch Frauen in Trichter (siehe Abb. 18) absammeln. Handelt es sich dabei um Insekten, welche Flugvermögen besitzen, so muß in geeigneter Weise dafür gesorgt werden, daß dieselben nicht von den Fangtüchern usw. wieder abfliegen. Ein geeignetes Mittel hierzu bietet entweder das Bestreichen der Tuchfläche mit Klebestoff oder die Anbringung eines mit Wasser usw. gefüllten Gefäßes im Mittelpunkt der trichterförmig gestalteten Fangvorrichtung. Am besten werden für die Betätigung derartiger Sammelgefäße die frühen Morgenstunden benutzt, weil um diese Tageszeit die Beweglichkeit aller Insekten infolge der Kühle eine verminderte ist. Das Verfahren gelangt zur Anwendung

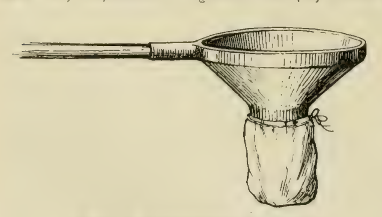


Abb. 18. Sammeltrichter für Insekten.

gegen Eumolpus in Weinbergen, gegen Rüsselkäfer auf Obstbäumen, gegen Ceuthorrhynchus in Rapsfeldern usw.

Ein den Umständen sehr geschickt angepaßtes Handsammelverfahren hat Chittenden (Bull. 66. B. E. **1907**. 11) beschrieben. Die in künstlichen Wasserbecken gezogene Salatkresse (Nasturtium officinale) wird zuweilen in erheblichem Maße dicht unter dem Wasserspiegel durch Mancasellus brachyurus, einen der wenigen Schädiger aus der Krustazeenklasse, abgebissen. Die Vernichtung der Assel erfolgt durch Senkung des Wasserspiegels und Hintreibung des Schädigers nach einer am tiefergelegenen Ende der abgeschrägten Beckensohle angebrachten Höhlung. Sobald die Asseln sich alle in diese Fanghöhle zurückgezogen haben, kann ihre Vernichtung ohne besondere Schwierigkeiten erfolgen (Abb. 19).

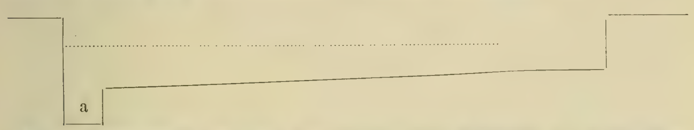


Abb. 19. Schema eines für den Fang von Mancasellus hergerichteten Wasserbeckens; bei a die Fanghöhle.

Die großartigste Sammeleinrichtung für Insekten bildet der sogenannte cyprische Fangzaun, so genannt nach der Tatsache, daß mit seiner Hilfe die Engländer, die vordem in fast alljährlicher regelmäßiger Wiederkehr durch Heuschrecken verwüstete Insel Cypern von diesen Schädigern befreit haben. In jüngerer Zeit hat sich Ungarn dieses Fangzaunes bedient, um mit Erfolg weite Pustenstrecken von Heuschrecken zu befreien. Das Verfahren besteht in der Aufstellung eines mehrere Kilometer langen, aus einzelnen, zwischen Stützpfählen ausgespannten Leinwandbahnen zusammengesetzten, im Zickzack angeordneten Zaunes. Auf der den Heuschreckenorten zugewendeten Seite befinden sich eine größere Anzahl von Erdgruben. Der obere Rand der Leinwand erhält einen 10—20 cm breiten Anstrich von Teer, Fett oder einem ähnlichen Stoffe, um die etwa an der Leinwand emporklimmenden Heuschrecken zurückhalten. Jenseits von Zaun und Heuschreckenort wird in den frühen Morgenstunden eine entsprechend lange, gut besetzte, mit Fahnen, Knarren, Reisig und sonstigen zur Aufstörung der Heuschrecken geeigneten Gegenständen ausgerüstete Kette von Treibern vorgeschickt, welcher die Aufgabe zufällt, die Heuschrecken langsam gegen den Zaun hinzutreiben. Hier angelangt, fallen die Heuschrecken in die Gruben, aus denen sie sich nicht wieder befreien können. Durch einfaches Zudecken der Gruben mit der vorher ausgeworfenen Erde werden die in ihnen gefangenen Schädiger vernichtet. Das Verfahren zeitigt sehr gute Erfolge, dort wo ebenes, übersichtliches, baumloses Land und genügende Arbeitskräfte zur Verfügung stehen. Auf Cypern haben die Engländer seinerzeit ganze Regimenter Soldaten zur Durchführung dieses Heuschreckenfangverfahrens in Tätigkeit gesetzt.

In den Vereinigten Staaten wird der cyprische Fangzaun dort, wo die Verhältnisse es gestatten, durch Wassergräben mit einer dünnen Petroleumdecke

ersetzt. Anderwärts, z. B. in Ostindien und Südamerika werden die zu vernichtenden Insekten (namentlich Heuschrecken) in brennende Feuer hineingetrieben.

Für Feldbetriebe großen Maßstabes läßt sich das Handsammeln, namentlich wenn Mangel an Arbeitskräften besteht, nicht durchführen und sind aus diesem Grunde verschiedene fahrbare Sammelgeräte gebaut sowie in Betrieb genommen worden. Hierher gehören der Teertuchschlitten (hopper dozer), welcher in den amerikanischen Präriestaaten gegen Blissus leucopterus und Heuschrecken Verwendung findet, die Teertuchkarre, welche zur Beseitigung der Zwergzikade (Jassus sexnotatus) und der Erdflöhe benutzt wird, die Rutenegge, welche Titus (Bull. 110. Utah) zum Zusammenhäufeln von Phytonomus murinus in Luzernefeldern angewendet hat, die Sammelmaschine von Barton und von Hemingway (Titus, Bull. 110. Utah) sowie eine nach Art der Staubfänger wirkende Vorrichtung, mit welcher Quayle (Bull. 198. Kalifornien) das Einfangen von Typhlocyba comes bewerkstelligte.

Eine besondere Art der Einsammlung von Pflanzenschädigern bildet das Waschen des mit Brandsporen behafteten Saatgutes sowie die Absiebung der Kleeseidekörner aus Kleesaaten und des Mutterkornes sowie der Fritfliegenpuppen aus dem Getreide.

Durch sechsmaliges Waschen vermochte Farrer (A. G. N. 11. **1900**. 335) den Brand in Getreide von 92 auf 8 v. H. herabzumindern. Empfehlenswert erscheint dieses Verfahren aber nur in Verbindung mit der Brandbekämpfung durch die regelrechte Saatgutbeize.

b) Selbständige Sammelvorrichtungen.

Dem nachstehend gekennzeichneten Verfahren ist die Eigentümlichkeit gemeinsam, daß bei ihnen der Schädiger sich selbsttätig nach der feststehenden Sammelstelle hin begibt. Dieser Vorgang beruht auf der Ausnutzung verschiedener biologischer Eigentümlichkeiten, wie der Vorliebe für eine bestimmte Nahrung, oder einen bestimmten Geruch, für bestimmte Plätze zur Eiablage, Verpuppung oder Überwinterung u. a. m.

Aus den Fraßgewohnheiten wird Vorteil gezogen bei dem Auslegen von Fangkloben und Fangkartoffeln sowie beim Fangpflanzenbau. Die Fangkloben finden namentlich in der Forstwirtschaft Verwendung zum Ansammeln von Bostrychiden und ähnlichen Holzzerstörern. Das Auslegen von Kartoffeln bildet ein geeignetes Mittel zum Einfangen von Drahtwürmern in Zuckerrübenfeldern (Hollrung, Jb. Pfl. **1894**. 5). Es wird in der Weise ausgeführt, daß in regelmäßigen Abständen zwischen die Rübenreihen in 5—10 cm Bodentiefe ganze oder zerschnittene Kartoffeln gelegt und nach 24—48 Stunden mitsamt den in die Knollen eingewanderten Drahtwürmer wieder aufgenommen werden. Um die Auslagestelle bequem wieder erkennen zu können, empfiehlt es sich, in die Kartoffel ein langes Hölzchen einzustechen, dessen über dem Ackerboden hervorragender Teil als Wegweiser dient. Die Kartoffeln sind in dichte Körbe, Eimer usw. einzusammeln und entweder zu dämpfen oder in Futterschneider zu zerkleinern. Mit diesem Verfahren wurden beispielsweise (Hollrung a. a. O.) auf einer Fläche von 6250 qm in 6 Lesen rund 123000 Stück Drahtwürmer

eingesammelt, so daß es möglich wurde, auf der befallenen Fläche noch eine Zuckerrübenernte von 29400 kg auf 1 ha zu erzielen.

Das von J. Kühn (B. Heft 3. **1881**) ersonnene Fangpflanzenverfahren zur Vernichtung der Rübennematoden in Zuckerrübenfeldern, eines der sinnreichsten mechanischen Bekämpfungsmittel, gründet sich auf die Tatsache, daß Heterodera schachtii seine ursprüngliche, durch die Älchenform bedingte Leichtbeweglichkeit verliert, nachdem sie in die Rübenwürzelchen eingewandert und hier in ihre Weiterentwicklung eingetreten ist. Mit der Älchengestalt und dem Übergange in die Gurken- bis Zitronen- oder Birnenform verliert die Rübennematode die Fähigkeit, das Rübenwürzelchen wieder zu verlassen und Wanderungen im Boden nach einer anderen Wirtspflanze hin zu unternehmen. Kühn hat unter Ausnutzung dieser Verhältnisse empfohlen, auf dem mit Nematoden durchseuchten Lande den rasch keimenden und sich reich bewurzelnden Sommerrübsen als Fangpflanze anzusäen, durch beständige Untersuchung der Würzelchen den Zeitpunkt zu ermitteln, an welchem die überwiegende Mehrzahl der eingewanderten Älchen ihr Bewegungsvermögen verloren hat, ohne aber der Geschlechtsreife zu nahe gekommen zu sein und nach Eintritt dieses Zeitpunktes die Rübsenpflanzen gründlich zu vernichten. Mit den absterbenden Fangpflanzen müssen auch die an ihrem Aufenthaltsort festgehaltenen Nematoden zugrunde gehen. Die schwache Seite des Verfahrens besteht darin, daß bei regnerischer Witterung die Vernichtung der Fangpflanzen Schwierigkeiten bereitet und damit die Möglichkeit gegeben ist, daß die in den Rübsenpflänzchen enthaltenen Nematoden noch genügend lange Nahrung erhalten, um die Geschlechtsreife zu erlangen. Dieser Grund und die hohen Ansprüche, welche das Verfahren an die Arbeiter- und Gespannkräfte in einer Zeit der umfangreichsten Feldarbeiten macht, sind der Anlaß gewesen, daß es nicht Fuß zu fassen vermocht hat.

Chittenden (Circ. 135. B. E. **1911**) bewerkstelligt den Einfang von Agromyza simplex in der Weise, daß er einzelne Spargelpfeifen vorzeitig aufschießen läßt und nach starker Belegung mit den Eiern der Fliege vernichtet.

Im übrigen werden die Fangpflanzen noch zur Anlockung der Fritfliegen an bestimmte Stellen des Feldes mit Vorteil verwendet. Die Ausführung des Verfahrens besteht in der frühzeitigen Ansaat (bald nach dem Hartwerden der Haferkörner in der Rispe) von schmalen Streifen Wintergetreide an den Stellen, wo Fritfliegenschäden in den voraufgegangenen Monaten beobachtet worden sind. Durch fortgesetzte Untersuchung von Probepflanzen ist festzustellen, welchen Grad die Besetzung mit Fritfliegenmaden erreicht hat. Sobald die vorgefundenen Maden ihre halbe Größe erlangt haben, muß der Fangstreifen unter Anwendung eines Vorschneiders möglichst tief eingepflügt werden.

Stewart (J. B. A. 18. 217) empfiehlt Ellern als Fangbäume zur Anlockung von Cryptorrhynchus lapathi zwischen die Weiden zu pflanzen. Die Brennessel bildet nach Parker (Bull. 82. B. E. 57) namentlich im Herbste eine Fangpflanze für die Hopfenblattlaus (Phorodon humuli).

Die Vorliebe mancher Insekten für einen bestimmten Duft verhilft den mit einem Köder beschickten Fangtöpfen, Fanggläsern und Fangbecken zu ihrer

Wirksamkeit. Aaskäfer (Silpha) werden durch Fleischmehl, kleines Aas von Mäusen, Regenwürmern usw. sowie von Fleischresten angezogen. Werden derartige Köder auf den Grund eines glattwandigen, bis zum Rande in den Erdboden eingelassenen Gefäßes gelegt, so sammeln sich sehr bald Aaskäfer um dasselbe an. Durch den Mangel eines Flugvermögens und die Glätte der Gefäßwandungen werden die Käfer in den Gefäßen zurückgehalten. Wassiljew (Bl. Z. **1910**. 397) hat ein ähnliches Verfahren zum Einsammeln von Schmetterlingen der Agrotis-Sippe in Rübenfeldern benutzt, indem er breite Becken mit Melasse und einem Zusatz von Bierhefe oder Schwefelsäure beschickte. Durch die aus der Melasse sich entwickelnden Geruchstoffe wurden die Falter in ganz erheblichen Mengen angelockt. Während der Flugperiode der ersten Brut (1. Mai bis 19. Juni) betrug der Fang auf 1400 ha Fläche mit 1240 Melasseschüsseln 952000 Falter. Die Schüsseln müssen eine möglichst große Oberfläche haben, damit die Leiber der eingefangenen Schmetterlinge nicht allzuschnell eine abschließende Decke bilden.

Auch die Motten des Heu- und Sauerwurmes, die Hornissen usw. werden durch derartige Melassegemische, alten Wein, Bierreste usw. angelockt, ohne daß freilich hiermit eine durchgreifende Verminderung dieser Schädiger zu erreichen gewesen wäre. Einige Gefäße, welche diesem Zwecke dienen, und zur Aufhängung zwischen den Weinstöcken bestimmt sind, zeigen die nebenstehenden Abbildungen.

Durch die Zubereitung künstlicher Eiablagestellen werden verschiedene Insekten mit gutem Gelingen an bestimmte Plätze gelockt, worauf die ganze künstliche Anlage mit samt den darin befindlichen Eiern der Vernichtung anheimgegeben wird. Ein derartiges Verfahren findet u. a. Anwendung zum Einfange von Maikäfern in den forstlichen Saatkämpen. Gleichmäßig über letztere verteilt werden flache Erdgruben ausgehoben, mit gut verrottetem Stallmist angefüllt und dann wieder leicht mit Erde zugedeckt. In derartige Vorrichtungen hinein entledigen sich die Maikäferweibchen gern ihrer Eier. Auch die in den Tropen als Palmenzerstörer auftretenden Rhynchophorus- und Oryctes-Käfer können auf diesem Wege weggefangen werden. Es genügt vollkommen, die Mistlöcher alle 2—4 Monate einmal auf ihren Inhalt zu untersuchen, da die Entwicklung der aus den Eiern hervorgegangenen Engerlinge bekanntlich eine ziemlich langsame ist.

Gewisse Insekten sind empfindlich gegen kühle Witterung und suchen deshalb während der kühlen Nächte und Morgenstunden oder beim Wehen rauher Luft schützende Plätze auf. Werden ihnen solche auf künstlichem Wege durch Auslegen von Strohhäufchen, Kistendeckeln usw. zur Verfügung gestellt, so pflegen sich unter diesen an sonnenfreien, rauhwindigen Tagen erhebliche Mengen von Insekten einzufinden. Namentlich einige feldschädliche Rüsselkäfer sind geeignete Objekte für ein solches Verfahren. Auf der nämlichen Grundlage beruht das Einfangen von Insekten an bestimmten Überwinterungsplätzen. Namentlich die oberirdisch überwinternden Obstschädiger haben die Neigung, künstliche in der Nähe des Ortes ihrer sommerlichen Fraßtätigkeit angebrachte Schlupfwinkel während der vegetationslosen Jahreszeit aufzusuchen. Ursprünglich wurden zu diesem Zwecke Ringe von Heu, Stroh oder Werch, Leinwandlappen usw. um den Stamm

der Obstbäume gelegt. Neuerdings ist an deren Stelle fast allenthalben der Wellpappgürtel getreten, eine Vorrichtung, welche gegenüber den älteren Heuringen den besonderen Vorteil besitzt, daß die eine Seite des Gürtels als Leimring verwendet werden kann. Das die Wellpappe bedeckende Papier pflegt zu

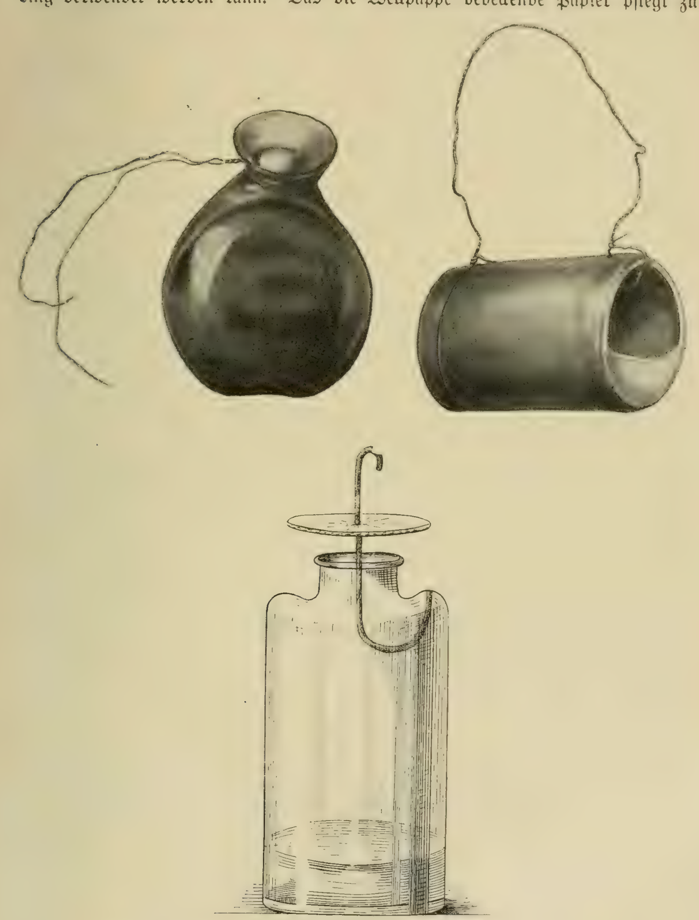


Abb. 20. Fanggläser für Hornissen, Heu- und Sauerwurmmotten, Fliegen usw.

diesem Zwecke auf der Außenseite mit einem für den Raupenleim undurchlässigen Anstriche versehen zu sein. Die Zahl und Art der unter den Wellpappgürteln gefangenen Insekten ist eine sehr wechselvolle. Müller (Hessische Landw. Zeit. **1903**. 212) fand in 80 Gürteln

Apfelblütenstecher	44	Stück
Kirschenbohrer	8	„
Spargelhähnchen	4	„
Erdflöhe	6	„
Zwetschenbohrer	51	„
Raupen vom Kohlweißling . .	17	„
„ „ Goldafter . . .	22	„
„ „ Frostspanner . .	10	„
„ „ Apfelwickler . . .	880	„
Baumwanzen	570	„

Dieser Befund stimmt gut mit den sonstigen Erfahrungen überein, nach denen unter den Wellpappgürteln in Obstanlagen vornehmlich Anthonomus und Carpocapsa in größerer Anzahl vorgefunden wird.

Neben schädlichen Insekten beherbergen die Gürtel allerdings auch viele nützliche, namentlich Spinnen und Raubfliegen (Tachiniden), welche bei der üblichen Unschädlichmachung des Gürtelinhaltes durch heißes Wasser ebenfalls der Vernichtung anheimfallen. Dessenungeachtet bleibt das Anlegen von Wellpappgürteln in den Obstanlagen eine empfehlenswerte Maßnahme.

Auch für die Zwecke der Verpuppung suchen die Insekten bestimmte Plätze auf, ein Verhalten, welches gleichfalls eine Handhabe zur Hinleitung von Pflanzenschädigern an bestimmte Sammelstellen bietet. Carpocapsa verpuppt sich mit großer Vorliebe auf der Baumrinde.

Endlich ist noch der verschiedenen selbsttätigen mit oder ohne Köder arbeitenden Fallen zu gedenken. Ihre Fangtätigkeit richtet sich vorwiegend gegen höhere Tiere, wie Kaninchen, Hamster und die verschiedenen Mäusearten. Für den Feldmäusefang bildet die einfache Hohenheimer Falle immer noch ein brauchbares Gerät. Für die Vernichtung von Wühlmäusen (Arvicola amphibia) eignet sich die Zürnersche Klappenfalle. Außerdem werden mehr oder weniger empfohlen die Röhrenfalle, Topffalle und die Zange.

Entzug der zur Entwicklung des Schädigers erforderlichen Lebensbedingungen durch mechanische Verrichtungen.

Alle Lebewesen können ihren Entwicklungsgang nur dann in normaler Weise durchlaufen, wenn ihnen jederzeit die für ihre Eigenart erforderlichen Entwicklungsbedingungen zur Verfügung stehen. Entzug einer derselben ist gleichbedeutend mit Unterbrechung der den Aufbau des Lebewesens bewerkstelligenden Arbeitsleistung. Das Leben der Insekten bietet in dieser Beziehung sehr viele schwache Punkte, von denen sich freilich nicht alle als Grundlage für einen

hinlänglichen Erfolg versprechenden und praktisch allgemein durchführbaren mechanischen Eingriff eignen. Unter den als brauchbar befundenen Maßnahmen sind die nachstehenden hervorzuheben.

Das Freilegen. Wie alle Insekten so suchen auch die schädlichen unter ihnen sich gegen die nachteiligen Einflüsse der Witterung, niederer Lebewesen, namentlich pathogener Bakterien und Pilze dadurch zu sichern, daß sie bestimmte Schutzmaßnahmen treffen. Eine der gebräuchlichsten ist die unterirdische Ausentwicklung der Larvenzustände sowie der Puppen. Die schützende Bodendecke verbirgt sie den Blicken der Gegner sowie den Einwirkungen von Sonne, Regen und Kälte. Eine Fortnahme der schützenden Erddecke setzt das betreffende Insekt der Vernichtungsgefahr aus. Auf dieser Erwägung beruht die an und für sich sehr einfache Maßnahme des Freilegens der im Boden befindlichen Eier, Larven und Puppen schädlicher Insekten durch Lockerung der Erdoberfläche oder auch der Streudecke des Waldes. Am stärksten gefährdet sind die freigelegten Eier und Puppen, weil ihnen die Möglichkeit fehlt, sich den nachteiligen Einwirkungen, denen sie ausgesetzt worden sind, zu entziehen. Etwas günstiger liegen die Verhältnisse für die Larven, da ihnen ihr Bewegungsvermögen die Rückkehr in den schützenden Bereich der Bodenkrume usw. gestattet. Das Freilegen ist ein geeignetes Bekämpfungsmittel für alle flach im Boden sich aufhaltenden Insekten. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß viele Insekten je nach den Witterungsumständen bald in größerer, bald in geringerer Bodentiefe zu leben pflegen. So sucht der Engerling beim Herannahen der kalten Jahreszeit, der Drathwurm mit Eintritt der wärmeren Jahreszeit größere Bodentiefen auf. In größerem Umfange erfolgt das Freilegen Anwendung gegen die Eipakete der Heuschrecken, gegen die (fußlosen) Larven größerer Rüsselkäfer, wie z. B. Otiorrhynchus und Cleonus, gegen die Engerlinge der Maikäfer und ihrer Verwandten, gegen Zabrus-Larven und gegen die Puppen von Fidonia piniaria in der Waldstreu.

Zur Erhöhung der Wirkung kann unter Umständen das Überfahren der freigelegten Schädiger mit schweren Walzen dienen, sei es, daß die Schädiger dadurch zerdrückt oder, soweit es sich um bewegliche Larven handelt, einige Zeitlang an der schleunigen Rückkehr in das schützende Erdreich behindert werden.

Ein besonderes Verfahren wird in den Vereinigten Staaten gegenüber den an den Wurzeln des Weinstockes fressenden Larven von Fidia viticida geübt. Die Larve steigt zur Verpuppung nahe an die Bodenoberfläche empor, bevorzugt dabei aber unberührtes Land. Deshalb wird im Herbst das Erdreich zwischen den Reben aufgepflügt und ein Streifen entlang den Reben unberührt gelassen. In letztere begeben sich nach Winter die Fidia-Larven zur Verpuppung und können dann durch Stürzen und Hacken bequem freigelegt werden.

Das Tiefeinpflügen bildet in mechanischer Beziehung das Gegenstück zu dem eben erörterten Emporpflügen. Es eignet sich in erster Line gegen unbewegliche Entwicklungsstände kleiner Insekten und gegen alle auf dem Acker, an Stoppelrückständen oder auch an Pflanzen von niedrigem Wuchs befindliche Pilze. Der mit dem Tiefeinpflügen verbundene Zweck ist ein doppelter. Einmal soll dem in größere Bodentiefen gebrachten Schädiger durch Wärme oder Luft-

entzug die Möglichkeit genommen werden, sich weiter zu entwickeln, und zweitens soll ihm der Austritt an die freie Außenwelt durch die auf ihm ruhende umfangreiche Bodenschicht abgeschnitten werden. Hieraus folgt schon, daß es dort, wo diese Maßnahme angewendet wird, von Vorteil und zur Sicherung eines vollkommenen Erfolges unbedingt notwendig ist, nach erfolgtem Tiefeinpflügen irgend eines Schädigers wenigstens 1—2 Jahre das Tiefpflügen auf dem fraglichen Felde zu unterlassen, weil anderenfalls die Gefahr besteht, daß der eingepflügte Schädiger wieder an die Oberfläche gebracht und ihm hier die Vollendung seiner Entwicklung ermöglicht wird. Durch das Tiefeinpflügen lassen sich vernichten die als Larve im Stoppelrest von Gerste, Weizen und Roggen überwinternde Getreidehalmwespe (Cephus), die in den basalen Teilen junger Getreidepflanzen lebenden Maden der Frit- und Blumenfliege, der Getreidelaufkäfer, (Zabrus gibbus) nnd seine Larve, die auf jungen Rüben fressenden Gamma-Raupen (Plusia gamma), das auf dem Ackerboden liegende Mutterkorn (Claviceps), die Sklerotien des Raps- und Kleekrebses (Sclerotinia), die an den Getreidestoppelresten haftenden Perithezien des Getreidemehltaues (Erysiphe) u. a. m.

Die Kalkung der Obstbäume richtet sich u. a. gegen die am Stamme der letzteren sitzenden Schildläuse. Obwohl anzunehmen wäre, daß der aus Ätzkalkbrei bestehende Anstrich durch seine ätzenden Eigenschaften den Schildläusen nachteilig werden könnte, so beruht der Erfolg des Kalkanstriches doch weit mehr auf rein mechanischen Wirkungen. Er verhindert die etwa aus den Eiern der Läuse hervorgehenden Junglarven an der Festsetzung auf der Baumrinde.

Die Ackerentwässerung bildet unter Umständen gleichfalls den Entzug einer der für bodenbewohnende Insekten erforderlichen Lebensbedingungen. Ein Beispiel hierfür ist der Drahtwurm. Moorige feuchte Böden, nasse Dorfanger, Flußauen, nasse Wiesen sind ihm zusagende Aufenthaltsorte. Bei Entwässerung derselben verschwindet er „wie von selbst". Trockenes Erdreich sagt ihm nicht zu. Dombrowsky (Russ. Journ. exper. Landwirtsch. **1909**. 558) empfahl die Entwässerung als Mittel gegen Ophiobolus graminis.

Durch die Wahl der Aussaatzeit gelingt es unter Umständen, die Pflanzen vor dem Eingreifen von Tieren und Pilzen auf eine Entwicklungsstufe zu bringen, welche die Verseuchungsmöglichkeit durch parasitäre Pilze ausschließt und für Niedertiere keine ihnen mehr zusagende Nahrungsquelle bildet. Bekannt ist, daß die Fritfliege ihre Tätigkeit einstellt, sobald als die Temperatur im Freien einen bestimmten Tiefstand erreicht hat. In Mitteldeutschland pflegt dieser Zustand in der letzten Woche des Monats September einzutreten. Für den Staat Ohio hat Webster ein Diagramm aufgestellt, aus welchem für die verschiedenen Breitenlagen dieses Staates die Tage des Abschlusses der Fritfliegentätigkeit zu ersehen sind. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse bildet die Bestellung des Wintergetreides nach diesem kritischen Zeitpunkte und auf der anderen Seite die Einbringung der Sommergetreidesaaten vor dem erneuten Intätigkeittreten der Fritfliegen eine wirksame Schutzmaßnahme für das Getreide. Ähnliche Vorgänge spielen sich beim Haferbrand ab. Während die Haferpflanze bereits bei einer Bodentemperatur von 5° in das Wachstum ein-

tritt, bedürfen die Sporen des Haferbrandes zur Auskeimung einer Wärme von etwa 9°. Weiter besteht die Tatsache, daß die Keimschläuche der Haferbrandsporen die junge Haferpflanze nicht mehr zu infizieren vermögen, sobald als letztere ein Alter von etwa 8 Tagen erreicht hat. Der Landwirt hat es deshalb in der Hand, durch möglichst zeitig gelegte Aussaat für den Hafer, die Möglichkeit der Verseuchung mit Brandkeimen zu beseitigen.

Vernichtung der Zwischenwirtspflanzen. Viele Insekten und Pilze haben die Gepflogenheit, in regelmäßiger Wiederkehr jährlich ihre Stammpflanze zu verlassen, sobald als diese einen ihrem Parasiten nicht mehr zusagenden bestimmten Entwicklungszustand erreicht hat und alsdann eine andersartige Zwischenwirtspflanze aufzusuchen, von der sie schließlich im Herbst ganz oder teilweise wieder auf die Mutterpflanze zurückkehren. Ein ähnlicher Wirtswechsel besteht unter den Bandwürmern und wie hier eine Beschränkung der Fälle von Erkrankung dadurch erreicht worden ist, daß dem Schädiger die Möglichkeit genommen wurde, auf den Zwischenwirt und von diesem dann auf den Menschen überzugehen, so ist in der Pflanzenpathologie das gleiche Mittel, bestehend in Ausrottung des Zwischenwirtes, gegen wirtswechselnde Pilze und Insekten zur Verwendung gelangt. Empfohlen wurde es zum ersten Male von de Bary, nachdem derselbe die Entdeckung gemacht hatte, daß sein Puccinia graminis mit der Berberitze, P. straminis mit verschiedenen Unkräutern aus der Familie der Boragineen und P. coronata mit Rhamnus spp. in Wirtswechsel steht. Obwohl nun neuzeitliche Untersuchungen gelehrt haben, daß auch die Getreideroste sich ohne Wirtswechsel fortzupflanzen vermögen, bleibt doch die von De Bary empfohlene Maßnahme als empfehlenswertes Rostbekämpfungsmittel bestehen. Im Insektenreiche sind es namentlich die Pflanzenläuse, welche Wirtswechsel betreiben, allerdings nur fakultativen. So wechselt Chermes abietis zwischen Fichte und Lärche, Phylloxera quercus in südlichen Ländern zwischen Stecheiche (Quercus ilex) und Stieleiche (Qu. robur), Aphis setariae zwischen Gräsern und dem Pflaumenbaume, Aphis humuli zwischen Pflaumenbaum und dem Hopfen (Aphis bakeri), die Blutlaus (Schizoneura lanigera) zwischen Ulme und Apfelbaum usw. Durch die Ausrottung der Zwischenwirtspflanzen läßt sich bis zu einem gewissen Grade der Entwicklungsgang der genannten Läuse unterbinden.

Fortgesetzte Assimilationsverhinderung. An stark beschnittenen Maulbeerbäumen, Weinreben, Tabakspflanzen usw. machen sich erfahrungsgemäß eigentümliche Wachstumsstörungen bemerkbar, deren annehmbare Deutung zwar noch nicht in allen Fällen gelungen ist, welche aber erkennen lassen, daß die fortgesetzte Entnahme von vegetativen Teilen der Pflanze schließlich den Tod der letzteren herbeiführt. Dieser an Nutzgewächsen unerwünschte Vorgang wird gegenüber verschiedenen Unkräutern, namentlich gegenüber den mit Wurzelstock oder Zwiebel versehenen absichtlich hervorgerufen. Das Verfahren besteht einfach in dem wiederholten Abstechen sämtlicher oberirdischer Teile. Es hat zur Folge, daß die Pflanze eine assimilatorische Tätigkeit nicht mehr auszuüben vermag, und sich zu ihrer Regeneration der im Wurzelstock oder in der Zwiebel usw. aufgespeicherten Reservenährstoffe bedienen muß. Folgt auf das erste Abstechen ein

zweites und drittes, bevor die Assimilationstätigkeit und damit die Neuauffüllung der Reservestoffspeicher in dem Wurzelstocke oder der Zwiebel hat erfolgen können, so fallen letztere schließlich vollkommner Erschöpfung anheim. Das Unkraut geht ein. Geeignete Objekte für diese Behandlungsweise sind u. a. die Herbstzeitlose, die Distel und der Adlerfarn. In England, woselbst letzterer ein lästiges Unkraut der Weideländereien bildet, erfolgt seine Bekämpfung durch wiederholtes Abmähen der kurzen Neutriebe oder durch Umknicken vermittels Schleppketten. Auf kultivierten Flächen kommt für ähnliche Zwecke nur das Abstechen mit dem Spaten oder das Durchschneiden mit der Hacke in Frage.

Die Pfropfhybriden beruhen in ihrer Wirkung darauf, daß sie bestimmten bodenlebigen Schädigern die ihnen zusagende Nahrung entziehen. Das Verfahren hat seine größte Ausbreitung wohl als Mittel zur Bekämpfung der Reblausseuche erhalten. Riley hat meines Wissens als Erster den Vorschlag gemacht, die der Reblaus keinerlei Widerstand bietende europäische Rebe, Vitis vinifera, auf reblausbeständige Rebsorten, wie sie in den Vereinigten Staaten (Vitis riparia, V. berlandieri) und anderwärts vorkommen, zu pfropfen. Millardet hat in der Folge dieses Verfahren weiter ausgebaut und zu einem solchen Grad der Brauchbarkeit gebracht, daß gegenwärtig in Frankreich die Reblausbekämpfung nur noch mit Propfhybriden-Reben erfolgt. Andere Staaten wie Italien, Österreich-Ungarn, die Schweiz und Deutschland haben zum gleichen Zwecke ebenfalls die Pfropfhybriden herangezogen, ohne indessen das sogenannte Extinktivverfahren mit Schwefelkohlenstoff vollkommen aufzugeben.

Später ist versucht worden, in entsprechender Weise die Bekämpfung der Nematoden an Kaffeebäumen, der sogenannten Tintenkrankheit der Eßkastanien und der Gummose bei Orangenbäumen zu bewerkstelligen. Auch in diesen Fällen sind soviel Erfolge erzielt worden, daß für die Zukunft von dem Pfropfhybridenverfahren noch manche Hilfe im Kampfe gegen pflanzenschädliche Parasiten erwartet werden darf.

Auf ähnlichem Gebiete bewegen sich die sogenannten Direktträger-Reben (producteurs directs), bei denen der Entzug der den Rebläusen zusagenden Wurzelnahrung durch die auf geschlechtlichem Wege erzielte Kreuzung einer widerständigen Rebsorte mit Vitis vinifera bewerkstelligt wird. Im allgemeinen eignen sich diese Direktträger nicht zur Reblausbekämpfung, da sie qualitativ minderwertige Trauben liefern.

Schädigervernichtung durch Druck.

Während die bisher zur Besprechung gelangten mechanischen Maßnahmen und Einrichtungen an sich im allgemeinen eine Vernichtung von Pflanzenschädigern nicht herbeizuführen vermochten, sondern gewissermaßen nur eine vorbereitende Stufe auf dem Wege zur Unschädlichmachung der Parasiten bildeten, führen die nachstehend gekennzeichneten Maßnahmen, an sich schon, ohne weitere Beihilfe, zu dem gewünschten Ziele. In der Hauptsache handelt es sich dabei um die nutzbringende Verwendung einer Druckwirkung.

Obwohl 2000 Jahre seit dem Erlaß der von Plinius angeführten Verordnung über die Heuschreckenvertilgung durch Zerquetschen der Eier, Larven und Imagines vergangen sind, wird noch gegenwärtig das einfache Zerdrücken von Pflanzenschädigern zwischen den Fingern geübt. Der Baumschularbeiter zerstört durch einen kurzen gelegentlichen Daumendruck einige hundert Blutläuse, der Kohlbauer einen Satz von 50—100 Eiern der Kohlraupe. Noch in jüngster Zeit wurde in Frankreich ganz ernsthaft das Zerdrücken der Heuwürmer (Conchylis, Eudemis) zwischen den Fingern empfohlen. Für die in Bohrgängen der Weiden- und Pappelstämme lebenden Cossus-Raupen, ebenso für die Engerlinge von Oryctes rhinoceros in den Palmenstämmen besteht die Vorschrift, dieselben mit Hilfe eines in die Gänge eingeführten genügend langen und biegsamen Drahtes zu erstechen. Derartige Maßnahmen mögen nicht ohne Nutzen sein, ihre Bedeutung für den Großbetrieb darf jedoch nur gering angeschlagen werden. Etwas mehr Beachtung verdient schon der mit Hilfe von mehrteiligen Glatt- oder Rauhwalzen ausgeübte Druck. Auf genügend festem Untergrunde, z. B. auf Weideland und Wiesen oder Steppen kann das Walzen zur Vernichtung von weichhäutigen Insekten, wie Raupen, Heuschrecken-Fußgängern hinreichen, und zugleich eine Leistung von größerem Umfange liefern. Noch erheblich gesteigert wird der Erfolg bei Anwendung von Geräten, welche die Fähigkeit besitzen, sich den Unebenheiten des Geländes besser wie die Walze anzupassen. Derartigen Anforderungen entspricht die Rutenegge und die fahrbare Insektenbürste. Beide leisten bereits in den Vereinigten Staaten gute Dienste. Titus (Bull. 110. Utah) verwendet sie auf den (im Staate Utah und auch in anderen Unionstaaten 10 Jahre und darüber unberührt stehenbleibenden) Luzernefeldern in der Weise, daß er durch sie die an den Stoppeln fressenden Larven von Phytonomus murinus zu Boden werfen und dann teils durch den Bürstendruck, teils durch den gebildeten Staub vernichten läßt. Die fahrbare Inseltenbürste hat auch in Ungarn Eingang gefunden und zwar zum Zerdrücken der Heuschrecken. Es werden dort 10 und mehr derartige Geräte in einem Verbande, wie es bei einem Satz gleichzeitig arbeitender Drillmaschinen üblich ist (also jede nachfolgende Bürstenkarre um eine Karrenbreite seitwärts hinter die vorhergehende angestellt) in Tätigkeit gesetzt. Bano (Circ. 56. Comision Parasitologia Agric. Mexiko 1907) gibt an, daß eine solche fahrbare Bürste in 12 Stunden 4—5 ha leistet. Als besonderen Vorzug des Gerätes bezeichnet er neben der großen Leistungsfähigkeit die Unabhängigkeit von der Tageszeit und der Witterung.

Die Erstickung der Insekten auf mechanischem Wege kann in der Weise erfolgen, daß ihnen der Zutritt von Luft in das Tracheensystem durch Zusammenpressen oder Verstopfen der Stigmen abgeschnitten wird. Feste Körper, wie namentlich Staub, eignen sich zwar für diesen Zweck, ihre Verwendung scheitert aber an der mangelhaften Handlichkeit wie auch an dem Umstande, daß der Wind die staubfeinen Stoffe sehr leicht vom Insektenkörper fortweht. Diesem Übelstande ist es zuzuschreiben, daß die Erstickung der Insekten in der Hauptsache durch flüssige Mittel, vorwiegend Wasser oder ölige Stoffe erfolgt. Aufgespritztes Wasser würde aber ebensowenig wie der Staub ein sicheres Erstickungsmittel sein,

einmal weil es leicht verdunstet und sodann weil es nur schwer in die Tracheenöffnungen eindringt. Nutzbringend läßt sich das Wasser deshalb nur dann verwerten, wenn die Möglichkeit vorliegt, die Insekten vollkommen und längere Zeit hindurch mit Wasser zu umgeben. Bereits im Jahre 1864 empfahl ein Ungenannter (J. s. **1864**. Nr. 31) die Insekten des Ackerlandes durch Berieselung desselben mit den Abwässern der Fabriken zu vernichten. Zu einer gewissen Berühmtheit ist das Überschwemmen als Insektenvertilgungsmittel aber erst im Zusammenhang mit der 1867/68 entdeckten Reblaus gelangt.

Als Entdecker dieses sogenannten Submersionsverfahrens gilt Faucon (Memoires Acad. Sc. Inst. Nat. France. Bd. 22. Nr. 13. **1873? 1874?**), welcher mit ihm bereits 1870 gegen die Reblaus in den Weinbergen der Gironde vorging. Auch in Südrußland und Griechenland ist diese Art der Reblausbekämpfung im Gebrauch. Loser, sandiger Boden ist untauglich für diesen Zweck. Als geeignetste Zeit sind die Monate September und Oktober, unmittelbar nach der Traubenlese zu bezeichnen. Im September genügen Überschwemmungen von 8 bis 14 Tagen, im Oktober erfordern sie 18–20 Tage Dauer, um wirksam zu sein. Kurze wiederholte Inundierungen über 48 Stunden im Sommer sind sehr vorteilhaft. Adduco (I. a. 31. 318) hat solche in Oberitalien gegen Phytonomus punctatus auf Wiesen mit Erfolg verwendet. Vor ihm soll schon Franceschini die Überschwemmung der Wiesen kurz nach dem Schneiden der Gräser für den gleichen Zweck empfohlen haben.

In den Vereinigten Staaten werden da, wo es angängig ist, die Baumwollpflanzungen unter Wasser gesetzt, sobald die Ungeziefer im Boden überhand nehmen. Ein gleiches Verfahren wird zuweilen in Ägypten angewendet. Doch hat man hierbei die Beobachtung gemacht, daß die überschwemmten Pflanzen leicht in ihrem Wachstum benachteiligt werden können. (Z. trop. Landw. 2. 114.)

Von Anderlind wurde (Österr. Forst- und Jagdzeitg. **1896**, S. 145) die Waldbewässerung behufs Vernichtung der Kiefernspanner (Fidonia piniaria L.), der Kieferneule (Trachea piniperda L.), der Kiefernspinner (Gastropacha pini L.), der kleinen Kiefernwespe (Lophyrus pini L.), der großen Kiefernblattwespen (Lyda pratensis F., L. campestris L., L. erythrocephala L.), der Maulwurfsgrille (Gryllotalpa vulgaris Latr.), der braunen Rüsselkäfer (Hylobius abietis L.), der Bastkäfer (Hylesinus ater F., H. opacus Er., H. angustatus Hb., H. cunicularius Kn.), des Engerlings (Melolontha vulgaris L.) sowie verschiedene Arten Mäuse in Vorschlag gebracht.

Eine derartige Verwendung des Wassers als Erstickungsmittel kann aber nur in verhältnismäßig wenigen Fällen stattfinden, nämlich nur dort, wo ebenes Land vorliegt und dort wo Einrichtungen zur künstlichen Bewässerung vorhanden sind, oder doch wenigstens ohne erhebliche Kosten hergerichtet werden können. Demgegenüber sind die öligen Erstickungsmittel in weit geringerem Maße Beschränkungen in der Anwendung unterworfen. Üblicherweise werden dieselben durch Vermischen mit irgend einer geeigneten Flüssigkeit, wie Wasser, Seifenlauge, Kuhmilch, Kalkmilch in eine feinverteilte Form gebracht und als-

dann auf die Insektenleiber gespritzt. Hierdurch erhalten dieselben einen dünnen Überzug von Öl, der namentlich auch sehr gut in die Stigmen eindringt und so den erstrebten Luftabschluß herstellt. Geeignet für diese Form von Erstickungsmitteln sind einerseits alle oberirdisch und freilebenden Formen von Insekten mit ungeschützten Stigmen, wie z. B. Raupen, andererseits alle Arten von Ölen. Welches unter den letzteren zu bevorzugen ist, hängt wesentlich von der Kostenfrage ab. Eines der billigsten für den vorliegenden Zweck brauchbaren Öle ist das Petroleum, das Kerosin der Amerikaner, über welches auf S. 242 nähere Mitteilungen gemacht wurden.

Die Hilfsgeräte zur Verteilung der chemischen Bekämpfungsmittel.

Eine wesentliche Vorbedingung für die volle Wirksamkeit der chemischen Bekämpfungsmittel ist ihre zweckentsprechende Verteilung je nachdem über die Pflanze oder über die zu bekämpfenden Parasiten. Eine solche erfordert einmal, daß alle Teile der bald niederen, bald baumhohen Pflanzen mit Flüssigkeit oder Pulver bedeckt werden und sodann, daß das Mittel in feinste Stäubchen zerlegt, ganz gleichmäßig die Pflanze oder den Parasiten bedeckt. Die Decke darf auf Blättern nicht zusammenhängend sein, muß vielmehr aus einer Folge kleinster bedeckter und unbedeckter Fleckchen bestehen. Als Hilfsmittel zur Erfüllung dieser Forderungen sind im Gebrauch 1. Spritzen, 2. Verpulverer, 3. der Spritz- oder Injektionspfahl.

1. Die Spritzen.

Als Vorbild der Spritzen hat die Gießkanne gedient. Für die Verwendung im Feld, Obstgarten und Walde ist letztere aber ungeeignet. An ihre Stelle ist die tragbare und die fahrbare Pflanzenspritze getreten, deren Leistungen weitgehenden Anforderungen genügen. Ob tragbar, ob fahrbar, in allen Fällen gehören zu den wesentlichen, notwendigen Bestandteilen einer Pflanzenspritze 1. der Flüssigkeitsbehälter, 2. eine Vorrichtung zur Erzeugung von Druckluft, 3. ein Raum zur Speicherung der Druckluft, 4. eine Ableitevorrichtung für die Flüssigkeit nebst Verstäubungsvorrichtung. Einen wünschenswerten Bestandteil der Spritzen bildet eine Rührvorrichtung im Flüssigkeitsbehälter.

Der Flüssigkeitsbehälter. Seine Wandungen bestehen aus Holz, verbleitem Eisen, Kupferblech oder sogenanntem Kaliforniametall. Dem Holze haftet der Übelstand an, daß es in der Hitze zusammenschrumpft, das Kupferblech wird von sulfidhaltigen Mitteln angegriffen. Dem Kaliforniametall, wie es z. B. die Firma Holder, Metzingen für einen Teil ihrer Spritzen in Gebrauch nimmt, wird nachgerühmt, daß es allen Brühen, auch der Schwefelkalkbrühe standhält. Für tragbare Spritzen darf ein Fassungsraum von 30 l keinesfalls überschritten werden, da anderenfalls der die Spritze bedienende Arbeiter zu bald ermüdet. Am geeignetsten erscheint ein Spritzeninhalt von etwa 20 l. Das Herabgehen auf 10 und noch weniger Liter, wie es manche Spritzenarten tun, ist nicht empfehlenswert, weil es eine allzu häufige Neufüllung erforderlich macht. Fahrbare Spritzen sollen mindestens 200 l fassen können. In den Vereinigten Staaten

sind Geräte dieser Art im Gebrauch, welche 1000 l Brühe und mehr aufzunehmen vermögen. Die Form des Flüssigkeitsbehälters steht in engster Beziehung zu der Art der Druckerzeugung. Überdruckspritzen erfordern die Kesselform, im übrigen wird für die mit Handpumpe versehenen Geräte gewöhnlich eine flache, an die Weinbergsbutten erinnernde Gestaltung gewählt.

Die Drucklufterzeugung erfolgt entweder vor dem Beginn der eigentlichen Spritzarbeit oder während der letzteren. Im ersteren Falle (Abb. 21) macht

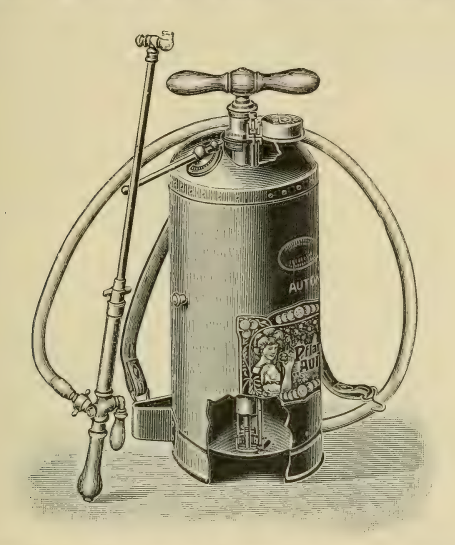


Abb. 21. Tragbare Spritze mit Einrichtung zum Einpumpen von Preßluft vor Beginn der Spritzarbeit von C. Platz-Ludwigshafen a. Rh.

sich die Einstellung der Brühe unter mehrere Atmosphären Überdruck notwendig, deren Abmessung an einem mit der Spritze verbundenen Manometer geschieht. Der Flüssigkeitsbehälter bildet zugleich den Windkessel zur Aufnahme des Überdruckes. Hiermit hängt zusammen, daß derartige während des Spritzens selbsttätig arbeitende Geräte zwar einen ziemlich umfangreichen Behälter für die Brühe, aber nur verhältnismäßig geringe Aufnahmefähigkeit für letztere besitzen. Im übrigen sind die Vorzüge und Nachteile der selbsttätigen Spritzen nachfolgende. Die Druckluftverhältnisse der für den Gebrauch fertiggestellten Spritze sind unabhängig von dem die Spritze bedienenden Arbeiter. Als Hauptvorzug wird gewöhnlich angeführt, daß letzterer eine Hand, gewöhnlich die linke, frei hat und mit ihr nötigenfalls die zu bespritzenden Gegenstände in die richtige Lage bringen kann.

Nach meinen Erfahrungen darf dieser Vorzug nicht über Gebühr hoch bewertet werden. Selbsttätige Spritzen weisen eine ziemlich einfache Bauweise im Äußeren auf. Ein Nachteil derselben besteht darin, daß sie mit Rücksicht auf den auszuhaltenden hohen Druck sehr stark und im Verhältnis zur Fassungskraft für die Brühe aus dem oben schon angedeuteten Grunde sehr groß gebaut werden müssen. Das Füllen mit Überdruck nimmt Zeit in Anspruch. Der Druck vermindert sich allmählich, wobei allerdings Vorsorge getroffen werden kann, daß auch bei dem verminderten Druck noch genügend feine Verteilung erfolgt. Ein nicht unwesentlicher Nachteil beruht darauf, daß eine Rührvorrichtung nicht angebracht werden kann. Endlich muß noch auf die Klemmungen hingewiesen werden, welchen das im

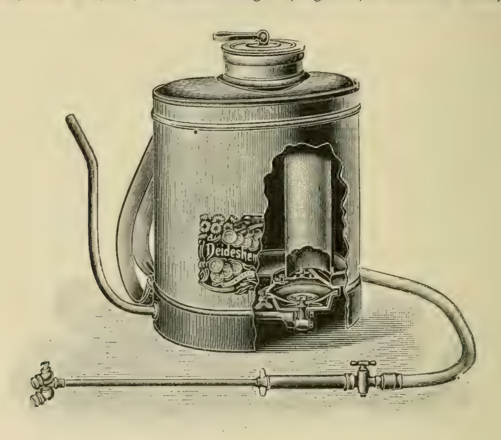


Abb. 22. Tragbare Handdruckspritze von C. Platz-Ludwigshafen a. Rh.

Innern der Spritze befindliche und häufig schwer zugängliche Kugelventil bei nicht ganz sauberer fürsorglicher Bedienung der Spritze unterworfen ist. Die Erzeugung der Druckluft kann erfolgen unter Zuhilfenahme einer besonderen, von der Spritze getrennten Pumpenvorrichtung, durch eine in die Spritze eingebaute Pumpe, durch Auflassen von Kohlensäure und auf chemischem Wege innerhalb der Spritze. Nicht bewährt hat sich bis jetzt das letztgenannte Verfahren.

Bei den Handdruckspritzen (Abb. 22) hat der Arbeiter üblicherweise mit dem linken Arme einen Pumpenhebel zu betätigen und auf diesem Wege einen kleinen bald außen an der Spritze, bald im Innern angebrachten Windkessel mit Druckluft zu füllen. Eines Manometers bedarf es dabei nicht. Die Kleinheit des Windkessels ermöglicht eine weitergehende Ausnutzung des Flüssigkeitsbehälters wie bei den selbsttätigen Spritzen. Eine besonders kräftige Wandstärke des letzteren ist nicht erforderlich. Die Zeitverluste durch die Einpumpung der Druckluft fallen

weg. Bei sachgemäßer Bedienung bewegt sich der Druck von Anbeginn bis zum Schluß auf der gleichen Höhe. Die Anbringung von Rührvorrichtungen bereitet keinerlei Schwierigkeiten. In der Anschaffung sind die Handdruckspritzen etwas billiger wie die selbsttätigen. Auch zu den inneren Teilen der Spritze ist leichter Zutritt. Als ein gewisser Nachteil muß die Inanspruchnahme beider Arme des Arbeiters durch die Spritze bezeichnet werden. Bei einiger Geschicklichkeit läßt

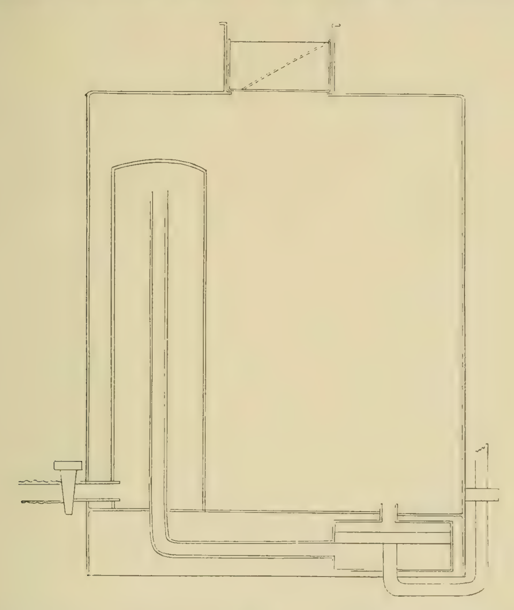


Abb. 23.
Schema einer Spritze mit offenem Behälter und mit Druckluftererzeugung während der Spritzarbeit.

sich aber leicht ein kleines Maß von Überdruck erzeugen und dann — vorübergehend — die linke Hand zum Zurechtrücken von Blättern usw. verwenden. Erfahrungsgemäß wird auch von den mit selbsttätigen Spritzen ausgerüsteten Arbeitern die linke Hand nur in sehr mäßigem Umfange nutzbringend verwendet. Die Leistung der Handdruckspritzen ist von der Geschicklichkeit und mehr noch von dem guten Willen des Arbeiters abhängig.

Kann somit in bestimmten Fällen die selbsttätige Spritze der Handdruckspritze vorzuziehen sein, so besteht kein triftiger Grund, die fahrbaren Spritzen, wie sie beispielsweise zur Hederichvertilgung mit Eisenvitriollösung im Gebrauche

sind, automatisch zu betreiben. Durch eine Übertragung von der Radachse her läßt sich die erforderliche Druckluft jedenfalls einfacher erzeugen als durch vorheriges Einpumpen von Preßluft. Eine sehr brauchbare fahrbare Spritze ist die von H. Kaehler, Güstrow i. M.

Die Pumpen der Handdruckspritzen sind entweder Membran- oder Metallklappenpumpen. Letztere haben den Vorzug, daß sie von den Spritzflüssigkeiten nicht so leicht verdorben werden wie erstere. Den Membranpumpen ist ein

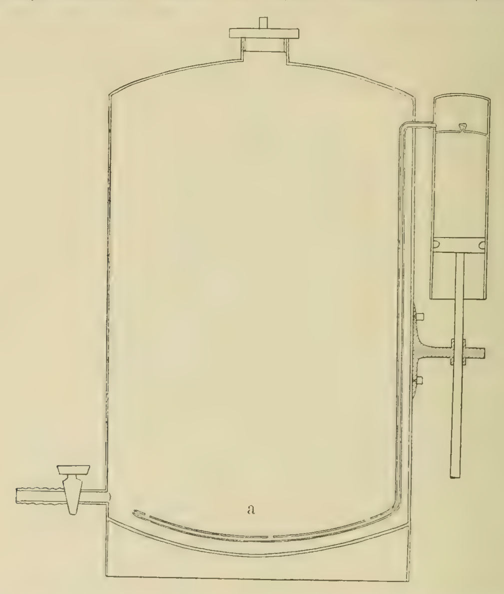


Abb. 24. Schema einer Spritze mit geschlossenem Behälter und Drucklufterzeugung während der Spritzarbeit. a Rohr zur Entlassung der eingepumpten Luft, welche zugleich das Aufrühren der Flüssigkeit übernimmt.

weicherer Gang eigentümlich, sie werden aber von Petrolseifenbrühe und Sulfidbrühen stark angegriffen. Eine öftere Auswechslung der Membranen ist bei ihnen deshalb erforderlich.

Der Raum zur Speicherung der Druckluft fällt bei den selbsttätigen Spritzen und auch bei einigen Handdruckspritzen mit dem Flüssigkeitsbehälter zusammen, weshalb letzterer nach dem Einfüllen der Brühe luftdicht abgeschlossen werden muß. Ihrer Mehrzahl nach sind die Handdruckspritzen mit einem bald zylinder-, bald kugel-, bald birnenförmigen besonderen Windkessel versehen, welchem neuerdings fast ausnahmslos ein Platz im Innern des Brühenbehälters angewiesen wird.

Die Verstäubungsvorrichtung besteht aus dem Ableitungsrohr, dessen Länge dem besonderen Zwecke angepaßt wird, und, als wesentlichem Teile aus

Abb. 25. Schema einer selbsttätigen Spritze mit gesonderter Pumpe zur Drucklufterzeugung.

einer Streudüse. Je nachdem liefert letztere einen trichter=, fächer= oder strahlen=förmigen Auswurf. Die Zahl der vor=handenen Düsenbauweisen ist eine sehr große. Einen sehr feinen trichterförmigen Nebel liefert der Zyklonzerstäuber von Vermorel, unter der Voraussetzung eines genügend hohen Spritzendruckes. Manchen Düsen wird eine federnde Nadel bei=gegeben (Abb. 26), welche dazu dienen soll, Verstopfungen der Zerstäuberöffnuug durch Brühenbestandteile schnell und auf bequeme Weise zu beseitigen. Durch eine einfache Biegung der Spitze des Aus=

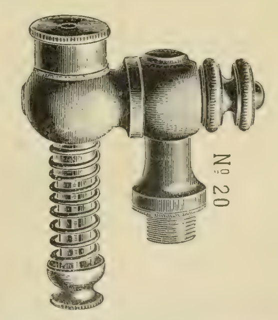


Abb. 26. Streudüse mit federnder Reinigungsnadel.

führrohres wird ermöglicht, daß die Düse nach obenhin, also auf die Blattunterseite zerstäubt.

Die verschiedenen Bauarten von Pflanzenspritzen lassen sich in nachstehende übersichtliche Anordnung bringen.

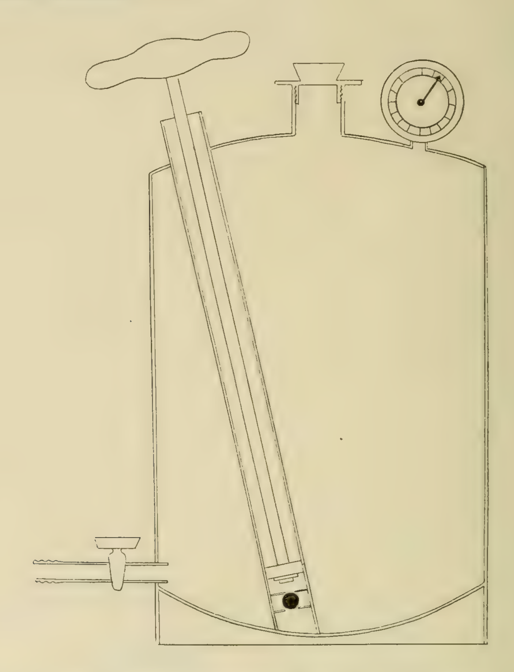


Abb. 27. Schema einer Spritze mit eingebauter Druckluftezeugung.

A. Die Preßluft wird während der Bespritzung erzeugt
 a) mit besonderem Windkessel (Abb. 23),
 b) ohne besonderen Windkessel (Abb. 24).

B. Die Preßluft wird vor der Bespritzung erzeugt
 a) auf mechanischem Wege
  1. durch eine besondere Pumpe (Abb. 25),
  2. durch eine eingebaute Pumpe (Abb. 27),
  3. durch Kohlensäure aus einer Bombe,
 b) auf chemischem Wege.

2. Die Verpulverer.

Staubfeine Bekämpfungsmittel — in der Hauptsache handelt es sich dabei um das für die Mehltauvernichtung benutzte Schwefelpulver — werden unter

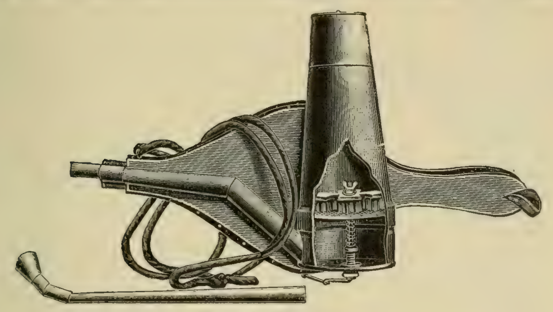


Abb. 28. Handschwefler.

Zuhilfenahme von Wind aus einem Blasebalg auf die Pflanzen bezw. Parasiten geblasen. Bislang ist dieses Verstäubungsverfahren über einen verhältnismäßig



Abb. 29. Rückenschwefler Vulkan, von C. Platz-Ludwigshafen a. Rh.

rohen Zustand nicht hinausgelangt. Namentlich fehlt den vorhandenen Geräten die Fähigkeit zu feinerer Abmessung der Auswurfmenge wie auch des Winddruckes. Der Erfolg der Verpulverungen ist deshalb noch von sehr vielen Nebenumständen

abhängig. Die vorhandenen Geräte bestehen in Handschwefelbälgen (Abb. 28), tragbaren Rückenverstäubern (Abb. 29) und fahrbaren Verpulverern. Letztere finden sich fast nur dort im Gebrauch vor, wo der Weinstock — wie in Frankreich — feldmäßig in der Ebene angebaut wird. Die Rückenschwefler gelangen mit einfachem und doppeltem Blasebalg in den Handel. Den unterscheidenden Bestandteil an den verschiedenen Bauarten bildet neben Zahl und Anordnung der Blasebälge die im Innern des Behälters befindliche Vorrichtung für die Zerkleinerung des Schwefelpulvers und dessen Durchlaß in die Luftkammer.

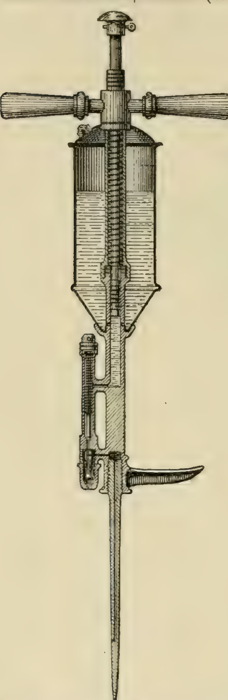


Abb. 30. Spritzpfahl zur Einführung von Bekämpfungsmitteln in den Boden nach Vermorel.

3. Der Spritzpfahl.

Für die Verteilung flüssiger Bekämpfungsmittel im Boden gelangt der Spritzpfahl zur Verwendung. Er verdankt seine Entstehung der Reblaus und wird auch fast ausschließlich zur Einführung von Schwefelkohlenstoff beim sogenannten Kulturalverfahren (siehe S. 66) benutzt. Er setzt sich zusammen aus einem zur Aufnahme von Schwefelkohlenstoff dienenden gewöhnlich metallenen, zuweilen aber auch gläsernen Behälter, aus einem hohlen, unten zugespitzten und mit einer seitlichen Ausflußöffnung versehenen Eisenstab sowie einer seitlich am Schwefelkohlenstoffbehälter angebrachten Abmeßvorrichtung. Durch einen Druck auf einen Knopf wird eine bestimmte Menge Schwefelkohlenstoff aus dem Behälter in den Eisenstab entlassen. Ein seitlicher verstellbarer Ansatz am unteren Teile des Einstecheisens gestattet die Zuhilfenahme des Fußes beim Einstechen des Spritzpfahles und zugleich die gleichmäßige Bemessung der Tiefe, bis zu welcher das Ausflußloch des Pfahles geführt werden soll. Die Arbeit mit dem Spritzpfahl ist ziemlich ermüdend.

Seitenweiser.

Druck von Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann) in Langensalza.




PAUL PAREY IN BERLIN
Verlagsbuchhandlung.